İslam'da Bilim ve
Teknik

Cilt III



İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KÜLTÜR A.Ş. YAYINLARI

Fulya Mahallesi, Mevlüt Pehlivan Sokak, No: 23, 80280 Gayrettepe / İSTANBUL
Tel: 0212 317 77 00, Faks: 0212 274 58 40, kultursan@kultursanat.org - www.kultursanat.org

İslam'da Bilim ve Teknik

Fuat Sezgin

İkinci Basım
Nisan 2008

Genel Yayın Yönetmeni
Nevzat Bayhan

Yayın Danışmanı
Prof. Dr. İskender Pala

Yayın Koordinatörü
Hasan Işık

Çeviri
Abdurrahman Aliy, Eckhard Neubauer

Yayına Hazırlayan
Hayri Kaplan, Abdurrahman Aliy

Renk Ayrımı, Baskı ve Cilt


Entegre Matbaacılık A.Ş.
Sanayi Cad. No: 17 Çobançeşme-Yenibosna/İSTANBUL
Tel: 0212 451 70 70 (pbx) Faks: 0212 451 70 55



İSLAM’DA BİLİM VE TEKNİK

Cilt III

Arap-İslam Bilimleri Tarihi Enstitüsü

Aletler Kataloğu

2) Coğrafya

3) Denizcilik 4) Saatler

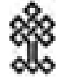
5) Geometri 6) Optik

Fuat Sezgin

Eckhard Neubauer’in Katkısıyla



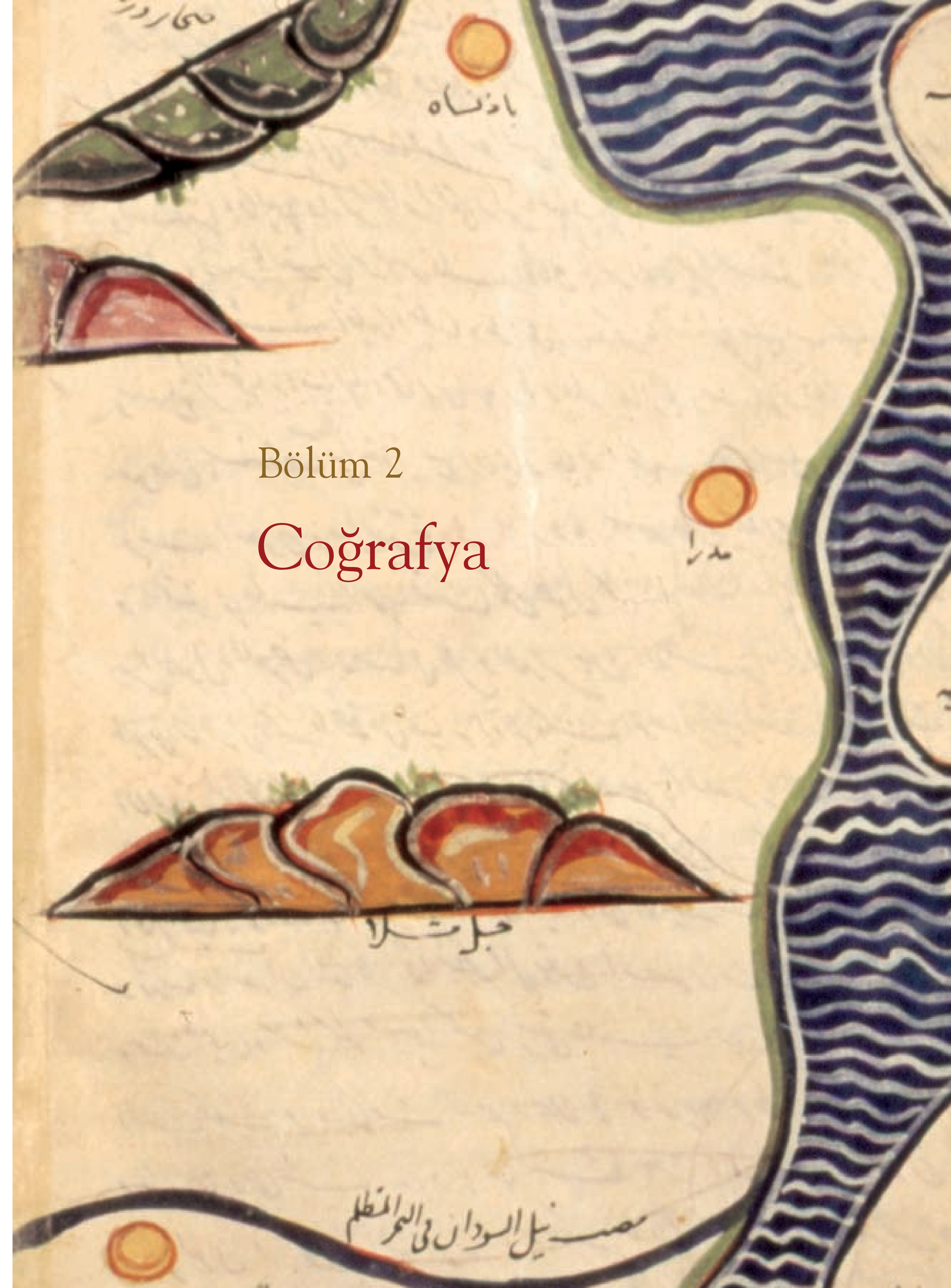




TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ, İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ, T.C. KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI

ORTAK ÇALIŞMASIDIR.

İçindekiler



Bölüm 2

Coğrafya

Bilim vermez sana kendisinden bir şey,
Eğer sen kendini bütünüyle ona vermezsen.
Versen de sen ona bütünüyle kendini,
Bilinmez onun sana bir şey verip vermeyeceği.

en-Naẓẓām (ö. 225/849 civarı)

GİRİŞ

Orta Arabistan Arapları, İslam'dan önce diğer ülkelerle olan ilişkileri, yakın komşuları olan İran, Bizans, Mısır ve Habeşistan ile sınırlı iken hicretin (Peygamber Muhammed'in Mekke'den Medine'ye 622 yılında gerçekleşen göçü) ilk yüzyılının ilk yarısında eski dünyanın büyük bir bölümüne egemen konuma geldiler. Hakimiyetlerinin sınırları daha yeni takvimin (hicretin) ilk yüzyılının sonlarına doğru, yani m.s. 8. yüzyılın ilk yirmili yıllarında, Pireneler'e ulaşmıştı. Bu gelişim çerçevesinde, haliyle fethedilen ülkelerin topografisini, geleneklerini, dinlerini, ekonomilerini, tekniklerini ve tarihlerini tanımaları kaçınılmaz bir şeydi. Bu yolda ortaya çıkan ilk yazınsal ürünler, belirli bir ülkenin veya ülkelerin *fetḥ*'i (fethedilmesi) veya *futūḥ*'u (çoğ. fethedilmeleri) başlığını taşımaktaydı. Bu tür eserlerin ilk yazarları, anlaşılabileceği gibi Akdeniz bölgesinden ihtida etmiş bilginlerdi.

Eski Arap şiirlerindeki topografik tasvirlere dayanarak, daha 2./8. yüzyılın ilk yarısında filologlar çevresinde Arabistan'ın topografik verilerini toplamaya yönelik hummalı bir çaba başlamıştı. Bundan gelişen ve yüzyıllar boyunca devamlı olarak artan yazın ürünleri 6./12. yüzyılda çok ciltli anıtsal bir coğrafya sözlüğünün doğuşuna götürmüştür.

2./8. yüzyıldan 3./9. yüzyıla geçiş döneminde beşeri coğrafya ve tarihsel coğrafya alanında Arap-İslam coğrafya yazınının özgün bir türü kendini gösterdi. Doğuşu ve erken dönem gelişiminde bu ekol bağımsızdı ve yüzlerce yıl boyunca, 3./9. yüzyılın ilk çeyreğinde, Ptoleme (m.s. 180 civarı) coğrafyasının ve Marinos (m.s. 130 civarı)'un dünya haritasının bilinir olmasından sonra Arap-İslam kültür çevresinde doğmuş olan matematiksel coğrafyadan bağımsız olarak kendi yolunda gitti.

Zamanla sıkı bir betimleyici karakter kazanan beşeri coğrafya en azından ülkelerin kartografik tasviri bağlamında, 4./10. yüzyıldan itibaren yeni karakteristik özelliklere kavuştu. Materyalleri düzenleme işi, artık haritalara bağımlıydı. Bu haritalar bizde gerçekten basma kalıp etki bırakmaktaydı, anlamları ve önemleri herşeyden önce kendilerine eşlik eden yolculuk rehber kitaplarıyla beraber kullanılışlarına bağlıydı. Bu tür kartografik tasvirlerin muhtemelen Sasani İran'ın İslam öncesi coğrafya geleneğine bağlı bulunuyor[1].

Doğa filozofu ve coğrafyacı Ebū Zeyd el-Belḫī (ö. 322/934) bu coğrafya ekolünün kurucusu olarak görülür. 4./10. yüzyıl içerisinde ardılları olan Aḥmed b. Muḥammed el-Ceyhānī, İbrāhīm b. Muḥammed el-İṣṭaḫrī, Muḥammed b. ᶜAlī İbn Ḥavḳal ve Muḥammed b. Aḥmed el-Maḳdisī (el-Muḳaddisī) coğrafya yazının bu kolunu şaşılacak parlak bir döneme taşımışlardır. Onların en genç temsilcisi olan el-Maḳdisī (el-Muḳaddisī)'yi, coğrafya kitabının günümüze ulaşan iki yazmasından birisini Hindistan'da bulmuş olan arabist Alois Sprenger[2] «yaşamış en büyük coğrafyacı» olarak niteliyordu. «O denli çok seyahat eden ve keskin gözlemlerde bulunan, aynı zamanda topladığı malzemeyi o denli planlı işleyen bir kimse belki de hiç var olmamıştır» diyordu.

Adı geçen şahıslardan ilk üçünün, Ebū Zeyd el-Belḫī, el-Ceyhānī, el-İṣṭaḫrī, eserleri sayesinde İran ve Orta Asya hakkındaki coğrafi bilgiler önemli bir gelişim göstermiştir. Daha genç olan iki coğrafyacı Suriyeli İbn Ḥavḳal ve Filistinli el-Maḳdisī'nin eserlerinde ise Sicilya, İspanya, Kuzey ve Kuzeydoğu Afrika hakkındaki coğrafi bilgilerde, özellikle birçok seyahatte kendi yaptıkları gözlem ve keşifler temelinde kazanmış oldukları olağan üstü ilerleme görülür.

Modern Arap coğrafya tarihi üzerindeki son dönem araştırmaları, İbn Ḥavḳal'ın öne çıkan özelliğinin, bütün kitabında mekansal bağlamlarla zamansal süreçlerin kendisine özgü bir biçim

[1] Sezgin, Fuat: *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Cilt 10, s. 130.

[2] *Die Post- und Reiserouten des Orients*, Leipzig 1864 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 112), Önsöz s. 18; Sezgin, F.: a.e., Cilt 10, s. 346.

de ilişkilendirilmesi olduğunu görmüştür[3]. Onun tarafından sunulan materyal sadece coğrafya tarihi bakımından değil, aynı zamanda kültür tarihi bakımından da özel bir öneme sahiptir. Bu, son tahlilde, onun öncülerini aşması ve bize bizzat tanıyabilecek durumda olmadığı ülkeleri de tasvir etmesi sayesinde değildir. İbn Ḥavḳal, İslam dünyasının coğrafyasını tanımlamayı amaçlamasına rağmen bize, İslam dışı ülkeler hakkında da hiç de azımsanmayacak derecede değerli bilgiler aktarmaktadır.

Bu ekolün biraz önce anıldığı üzere, A. Sprenger'in 1864 yılında kayıtsız şartsız «en büyük coğrafyacı» olarak nitelediği en genç temsilcisi el-Maḳdisī'nin coğrafya tarihi bakımından önemi, modern araştırmalarla özellikle André Miquel'in[4] yorulmak bilmez çalışması sayesinde hayranlık uyandıran bir şekilde gün yüzüne çıkarılmıştır. Miquel'in anlayışına göre yeni bir beşeri coğrafya, el-Maḳdisī'nin açıklamalarındaki özen ve titizlik yoluyla, geleneksel Arap coğrafyasında insan, mekan ve iklim arasında yerleşik ilişkiden etkilenmiş olsa da, özellikle onun açıklayıcı ve yaşamla iç içe sunum tarzı yoluyla doğmuştur. el-Maḳdisī daha önsözde ortaya koyduğu sunumunun sonuna kadar gerçekleştirdiği ve haklı olarak, yeni, kapsamlı bir beşeri coğrafyanın temeli kabul edilebilecek programıyla kendini göstermektedir.

Bu evrensel beşeri coğrafya anlayışı, daha sonraki yüzyıllarda Arapça'dan ziyade Farsça coğrafya yazınında kendini göstermektedir. Şu da belirtilmelidir ki, medeni yaşamın ve doğanın beşeri coğrafya ekolünün eserlerinde gelişmiş olan özenli ve ayrıntılı betimlemesi yüzyılları aşarak sayısız kent ve bölge coğrafyası kitaplarında geçerliliğini koruyabilmiştir. Söz konusu coğrafyacılara ait eserlerin Ortaçağ'da Avrupalılar tarafından tamamen bilinmez kalmaları teessüf edilecek bir gerçektir. Kuşkusuz İber Yarımadası ve Sicilya bu yargının dışında tutulmalıdır. Bu sınırlama çerçevesinde, 548/1154 yılında tamamlanan dünya haritasının özgün olgusundan ve Ebū ᶜAbdullāh Muḥammed b. Muḥammed eş-Şerīf el-İdrīsī'nin kapsamlı coğrafya kitabından bahsetmeliyiz. Arap kaynaklara göre «Doğa bilimlerine ve felsefeye sempatisi



Sicilya'daki Normanlar Sarayı'nın Yunanlar, Araplar ve Latinler tarafından işgal edilen kançılaryası (Petrus de Ebulo, *Liber ad honorem Augusti sive de rebus Siculis. Codex 120 II der Burgerbibliothek Bern*, ed. Theo Kölzer ve Marlis Stähli, Sigmaringen 1994, s. 59).

[3] Miquel, André: *La géographie humaine du monde musulman jusqu'au milieu du 11e siècle*, Cilt 1, Paris 1967, s. 309.

[4] a.e., Cilt 1, s. 324-328.

ile tanınan Norman Kralı II. Roger eş-Şerīf el-İdrīsī'yi, *Nüzhet el-Müştāḳ*'ın yazarını, Kuzey Afrika'dan yanına getirtmiş» ve onu bir dünya haritası yapmakla görevlendirmişti. el-İdrīsī bunun için zorunlu olan metali talep etmiş ve Kral yeterince gümüşü kullanımına sunmuştu[5].

el-İdrīsī'nin Sicilya'da, muhtemelen 1138'den 1161 yılına kadar, yani II. Roger'ın ölümünden sonrasına kadar devam eden uzun süreli ikameti en az dört meyve vermiştir: 1. Gümüş üzerine hâkkedilmiş yuvarlak bir dünya haritası, 2. 70 seksiyona bölünmüş bir dünya haritası, 3. *Kitāb Nüzhet el-Müştāḳ fī İḫtirāḳ el-Afāḳ*, 4. *Kitāb Üns el-Mühec ve-Ravḍ el-Ferec* adlı kitapları. Yuvarlak gümüş levha, Tabula Rogeriana, Roger'ın ölümünden altı yıl sonra, 1160 yılında, ardılı I. Wilhelm dönemindeki bir isyan sırasında isyancılar tarafından parçalanarak bölüşülmüştür[6]. Bizzat el-İdrīsī'nin[7] söylediği gibi, bu harita daire şeklindeydi. Harita, bazı bozukluklara uğramış bile olsa birçok yazmada korunmuş ve günümüze ulaşmıştır.

el-İdrīsī'nin dünya haritasının, parçaharitalarının ve coğrafya kitabının önemi hakkında günümüz çalışmalarında oldukça farklı hükümlere varılmıştır. Herşeyden önce sadece çok az sayıdaki İdrīsī araştırmacısı onun yuvarlak dünya haritasından bilgi edinmiş ve bunu verdiği hükümlerde göz önünde bulundurmuştur. Genellikle dikkatlerini Konrad Miller'in 1928'lerde 70 parçaharita temel alınarak yeniden oluşturulmuş, üzerinde meskun dünyanın kuzeyinin ekvator bölgelesiyle aynı uzunlukta gösterildiği dikdörtgen dünya haritasına yöneltmişlerdir. el-İdrīsī'nin haritalarının yayınlanması ve kitabının ilgili bölümlerinin çevrilmesindeki yararlı çabaları için Miller'e ne kadar teşekkür etsek azdır. Maalesef Miller, el-İdrīsī tarafından yapılmış haritanın yuvarlak değil dikdörtgen olduğu gibi yanlış bir kanıya varmıştı. Daha sonra el-İdrīsī'nin kitabının yazmasındaki, bu haritanın bir daire (*dāʾire*) biçimine sahip olduğu[8] yönündeki bilgiyi müstensihin yanılgısı olarak açıklamaktaydı[9]. Ben, el-İdrīsī'nin parçaharitaları ile bir kitabına dayanılarak ve günümüze ulaşmış, oldukça bozulmuş yuvarlak harita da göz önünde bulundurularak orijinale daha yakın, belki de gümüş bir levha üzerine işlenecek bir dünya haritasını yeniden yapma girişimi için koşulların (Miller'in ön çalışmaları da bunlara dahildir) bugün daha elverişli olduğuna inanıyorum.

İdrīsī-haritalarının kaynağı ve onun kartografya tarihindeki yerine ilişkin sorular günümüz çalışmalarında çok farklı şekilde yorumlanıp yanıtlanmıştır. Bu girişin dar çerçevesinde sadece *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* isimli çalışmam esnasında ulaştığım bazı bulgulara kısaca değineceğim.

Meʾmūn coğrafyacılarının (yaklaşık 215/830) yuvarlak dünya haritasının keşfedilmesinden sonra, el-İdrīsī'nin Palermo'da yaptığı haritanın esas itibariyle bu haritaya dayandığı kolayca tespit edilebilir. Ancak model aldığı haritanın derece ağını, yanlışlıkla eş uzaklıklı olarak çekilmiş yedi iklim çizgisiyle değiştirmiştir. İdrīsī-haritasında öncüsüne nispetle görülebilir ilerlemelerden birisi Akdeniz'in oldukça tashih edilmiş şekli ve Avrupa'nın daha iyi bir topografisidir. Bana daha da önemli görünen, el-İdrīsī'nin Asya'nın bir çok bölümü için yeni bir görüntü ve yeni bir topografi sunmasıdır. Ancak Meʾmūn coğrafyacılarının dünya haritasının keşfedilmesinden ve bu haritanın el-İdrīsī'nin ana kaynağı olduğunun tespit edilmesinden sonra bu yeni öge saptanabiliyor. Meʾmūn coğrafyacıları evvela, Ptoleme'nin birbirine bağlı tüm bir kıta tasavvuruna karşı, meskun dünyanın en uzak kuzey doğusunu, bu kısmı sınırlandıran, aşılabilir kuşatıcı bir okyanusun varlığına ilişkin tasavvurlarıyla tashih etmişlerdi. el-İdrīsī'nin dünya haritasında daha sonra Asya'nın kuzey doğusu önemli

5 el-Ḫalīl b. Aybek eṣ-Ṣafadī: *el-Vāfī bi-l-Vefeyāt*, Cilt 14, Wiesbaden 1982, s. 105-106.

6 Miller, K.: *Mappae Arabicae*, Cilt 1, Stuttgart 1926 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 240), s. 39.

7 *Nuzhet el-Müştāḳ*, a.y., s. 6.

8 a.e., s. 6.

9 Miller, K.: a.y., 38.

ölçüde küçültülmüş, yuvarlaklaştırılmış ve bir semer biçimi almıştır. İdrīsī-haritasının dikkat çeken farkı sadece konfigürasyonla sınırlı değildir, ayrıca hidro-coğrafik içeriğin genişletilmesi ve orografik (dağlarla ilgili) karakterlerin farklı bir sunumuyla özel bir önem kazanmaktadır. Bu haritada Me᾽mūn haritasında bulunmayan bir dizi iç deniz ve ırmak bulunmaktadır. Ancak bir kaç yıl önce şu soru ortaya atıldı: Kuzey ve Kuzeydoğu Asyanın bu değiştirilmiş konfigürasyonu ve Orta Asya'nın yeniden şekillendirilmesi nereden kaynaklanmaktadır? Bütün bunlar büyük bir ihtimalle, el-İdrīsī'nin kitabının ön sözünde bahsetmekte olduğu şimdiye dek dikkate alınmamış Kīmāk-Türkçe bir kaynağa dayanmaktadır[10].

İdrīsī haritasının Avrupa'da doğmuş olan haritalarda bıraktığı derin izleri, 7./13. yüzyıldan 8./14. yüzyıla geçiş aralığından itibaren izleyebiliriz. Kitabın Avrupa ülkeleri hakkında başka hiçbir Arapça coğrafya kitabının içermediği kadar çok değerli bilgiler içeren metin bölümüne gelince, bu bölüm Avrupa'da 10./16. yüzyılın sonuna kadar hiçbir önemli ilgiyle karşılaşmamıştır.

el-İdrīsī'nin eseri hakkındaki bu kısa açıklamalardan sonra Arap-İslam kültür çevresinde oldukça geniş bir yer alan seyahatnamelere dayalı "seyahat coğrafyası"ından da söz etmek gerekir. İslam dünyasının Çin'le deniz yoluyla 1./7. yüzyıldan itibaren var olan canlı ticareti ve münasebeti, bilinen tarihi bir olgudur[11]. Hindistanla olan ilişkiler ve oranın kültürüne ve bilimine olan ilgi o denli ilerlemişti ki, Abbasi Halifesi el-Manṣūr (dönemi: 136-158/754-775) bazı Hint bilginlerini Bağdat'a davet ederek Hintlilerin en önemli astronomi kitabını 154/770 yıllarında Arapça'ya çevirtmişti[12]. Kültür tarihi bakımından önemli olgulardan birisi de, bilim ve kültüre oldukça ilgi duyan ve Hint tabiplerini Bağdat'a getirten Abbasi devlet adamı Yaḥyā b. Ḫālid el-Bermekī (ö. 190/805)'nin bir bilgini Hintlilerin dinlerine ilişkin bir kitap yazması için Hindistan'a gönder-mesidir. Bu kitaptan bazı alıntılar büyük bir şans eseri olarak günümüze ulaşmıştır[13]. Bu nedenle, böylesine erken bir dönemden Arap-İslam bilginlerin seyahatnamelerini duyduğumuzda şaşırmamalıyız. Çin'e kara yoluyla yapılmış bir seyahatin sunumu konusunda kendisinden bilgi edindiğimiz en eski seyyah Temīm b. Baḥr el-Muṭṭavviᶜī'dir. Seyahatnamesinin günümüze ulaşan bölümleri, bu seyahati 206/821 ve 209/824 yılları arasında tarihlendirmeyi olanaklı kılmaktadır[14].

3./9. yüzyılın ilk yarısından, batı Orta Asya'ya, Hidistan'a ve Bizans'a seyahat eden Arap seyyahların, burada ele alamayacağımız bazı rivayetleri malumumuzdur. Arabistler, Hārūn b. Yaḥyā (300/912)'nın İstanbul'a ve Roma'ya[15] yaptığı seyahat ve ayrıca, İbrāhīm b. Yaᶜḳūb (350/961 civarı)'un Slavlar[16] hakkındaki ve Aḥmed b. İbn Faḍlān (4./10. yüzyılın ilk yarısı)'ın da Hazar Denizi'nin kuzeyinde bulunan Bulgarlar ve Ruslar hakkındaki[17] bilgi ve açıklamalarına özel bir ilgi göstermişlerdir. Oğuz Türkleri, Normanlar ve hayli kuzeyde bulunan «Wi sū» ve de Kuzey Buz Denizi hakkında da tarihi, coğrafi ve etnik bilgiler edinmekteyiz. Ebū Dülef[18] (4./10. yüzyılın birinci yarısı)'in iki seyahatnamesinden birinde Maveraünnehir (Transoksanya) ve Orta Asya, diğeri de İran ve Kafkasya boyunca yapılan seyahat anlatılmaktadır. 4./10. ve 5./11. yüzyılın diğer seyyahlarını dikkate almaksızın ᶜAlī b. el-Ḥüseyn el-Mesᶜūdī[19] (ö. 345/956)'yi ve Muḥammed b. Aḥmed el-Bīrūnī[20] (ö. 440/1048)'yi dile getirmek isterim.

10 Sezgin, F.: a.e., Cilt 10, s. 348-350.

11 a.e., Cilt 10, s. 546.

12 a.e., Cilt 6, s. 116-118.

13 İbn en-Nedīm: *Kitāb el-Fihrist*, ed. G. Flügel, Cilt 1, Leipzig 1872, s. s. 345ff.

14 Minorsky, Vladimir: *Tamīm b. Baḥr's Journey to the Uyghurs*, in: Bulletin of School of Oriental and African Studies (London) 12/1947-48/275-305.

15 Bu konudaki çalışmalar bir araya getirilmiştir, in: Islamic Geography Cilt 166, Frankfurt 1994.

16 Bu konudaki çalışmalar bir araya getirilmiştir, in: Islamic Geography Cilt 159, Frankfurt 1994.

17 Bu konudaki çalışmalar bir araya getirilmiştir, in: Islamic Geography Cilt 169, Frankfurt 1994.

18 a.e., Cilt 169.

19 Sezgin, F.: a.e., Cilt 1, s. 332-336; Cilt 6, s. 198-203; Cilt 7, s. 276-277.

20 a.e., Cilt 5, s. 375-383; Cilt 6, s. 261-276; Cilt 7, s. 188-192, 288-292.

Bu bilgilerin ilki, bize dar anlamda bir seyahatname bırakmamıştır, bununla birlikte dünyayı bizzat kendi tecrübesiyle tanımak istediği ve yaklaşık 30 yıl devam eden bir seyahat yaşantısı esnasında yazdığı, doğa-felsefi, tarihi ve coğrafi içerikli pek çok eser bırakmıştır. Onun kaç ülkeyi ziyaret ettiğini bilmemekteyiz, çünkü eserlerinin birçoğu kaybolmuştur. Kesin olan, memleketi Bağdat'tan İran'a, Hindistan'a, Sansibar'a, Madagaskar'a, Arabistan'a ve Kuzey Afrika'ya gittiğidir, ama yine de ne kadar sıklıkla hangi ülkeleri ziyaret ettiği bilinmemektedir.

el-Bīrūnī'yi seyahatname yazını çerçevesinde anmamızın nedeni onun, yerinde yapmış olduğu birçok seyahate ve insanlarla kurduğu temaslara dayanarak ülkenin din, bilim ve gelenekleri hakkındaki araştırmalarında bütün zamanlar için örnek teşkil edecek nesnellik ve gerçeklikle yazmış olduğu, Hindistan hakkındaki kitabıdır. Bu büyük evrensel bilgin eserinin girişinde şöyle demekte: «Bu kitap polemiksel bir kitap değildir, bilakis sadece olgular bildirimidir. Hinduların kuramlarını olduğu gibi açıklayacağım ve Yunanların bunlarla benzeşik kuramlarını, her iki tarafın benzerliklerini göstermek için dile getireceğim.» Bu pasajın Almanca'ya çevirmeni Max Krause[21] bununla ilgili olarak şunu söylemektedir: «Bu ilke titizlikle izlenmekte, kılı kırk yaran bir kesinlikle Hintlilerin öğretileri –yazarın şifahi gelenekten veya yazından malumu olduğu ölçüde, aktarılmaktadır. Yazar, bu veya şu nokta hakkında hiçbir şey veya kesin bir şey öğrenemediğine vurgulu bir biçimde işaret etmekten çekinmemektedir, tıpkı değişik rivayetler arasındaki farklılıklara dikkat çektiği gibi. Konuya ilişkin kendi görüşleri daha ziyade bölümlerin sonunda dile gelmektedir. Onun eseri, Hintlilerle savaşacak kimsenin değil, onları ve görüşlerini anlamak ve takdir etmek isteyen kimsenin eline malzeme sağlayacaktır.»

"Seyahat coğrafyası"na ilişkin açıklamaların, beşeri coğrafya hakkındaki bu kısa panaromada çok uzun bir yer tutmaması için, burada, 578/1183 yılından itibaren memleketinden hareketle, ilki Arabistan'a olmak üzere üç seyahat yapmış olan Valencia'lı Muḥammed b. Aḥmed İbn Cübeyr (ö. 614/1217)[22] ismiyle yetinmek isterim. Görüldüğü kadarıyla gün gün yazılı olarak kaydettiği serüvenlerinin ve gözlemlerinin betimlemesi, Arap coğrafyasının en ilginç belgeleri arasında yer almaktadır. Sanata, kültüre ve mimariye, yönetime ve etnolojiye ilişkin gözlemleri beşeri coğrafya tarihi için büyük değere sahiptir. Herşeyden önce, Norman Kralı II. Wilhelm dönemi Sicilya'sının tarihi ve kültür tarihi için İbn Cübeyr'in seyahatnamesi benzeri bulunmaz bir kaynak önemine sahiptir.



II. Wilhelm'in Palermo'da hasta yatağının başında duran Arap tabipler ve astronomlar (Petrus de Ebulo, *Liber ad honorem Augusti sive de rebus Siculis*, a.y. s. 43)

21 *Al-Biruni. Ein iranischer Forscher des Mittelalters*, in: Der Islam (Berlin) 26/1942/1-15, özellikle s. 13-14 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 36, Frankfurt 1998, s. 1-15, özellikle s. 13-14.)

22 Onun hakkındaki araştırmalar için bkz. Islamic Geography serisi Cilt 172 ve 173, Frankfurt 1994.

Diğer isimleri bir yana bırakıp Ebū Ḥanīfe ed-Dīneverī (ö. 282/895 civarı)'den[23] itibaren önem kazanan bitki coğrafyasının Sevilla'lı Ebū el-ᶜAbbās en-Nebātī[24] (ö. 637/1240)'nin «Doğu'ya Seyahat» (*er-Riḥle el-Meşriḳiyye*) adlı eseri ile dikkate değer bir seviyeye ulaştığını belirtmek isterim.

"Seyahat coğrafyası"nı sonlandırırken Tanca'lı Muḥammed b. İbrāhīm İbn Baṭṭūṭa (ö. 770/1369) da anılmalıdır. Bu Faslı 725/1325 yılında dizginlenemez bir seyahat tutkusuyla ve yabancı olanı tanımaya yönelik karşı konulamaz bir arzuyla doğduğu kenti 22 yaşında terketmiş ve doğuya yönelmiştir. Kuzey Afrika, Mısır, Arabistan ve Mozambik'e kadar Doğu Afrika'da, Anadolu'da, Bizans'ta, Kama'nın Volga nehri ağzında 55. enlem derecesine kadar Güney Rusya'da, Orta Asya'da, Hindistan'da, Malezya Yarımadası ve Çin'deki ikameti ve sık sık tekrarlayarak ziyaret ettiği ara istasyonlarda geçirdiği 24 yıldan sonra İbn Baṭṭūṭa ilk seyahatini tamamlamıştır. Endülüs'e olan ikinci seyahati ve Afrika'ya olan üçüncü seyahatiyle birlikte toplam 27 yılını memleketi dışında geçirmiştir. R. Henning'e[25] göre İbn Baṭṭūṭa «gerçekten, Eski Çağın ve Orta Çağın çıkardığı en büyük dünya seyyahı olarak kabul edilebilir». «Gerçek bir araştırma seyyahı olarak dikkatle tüm izlenimleri kaydetmiş, işlemiş ve çok ayrıntılı hatta hacimli denilebilecek bir seyahatname, çok zengin coğrafi bir hazineyi miras bırakmıştır.» İbn Baṭṭūṭa «Marco Polo'dan muhtemelen üç kat fazla yabancı ülke görmüştür.»[26]

Beşeri coğrafya ve onun yan dalları olan tarihi coğrafya, şehir ve bölge coğrafyası ve de "seyahat coğrafyası" üzerindeki arabistik araştırmalar iki yüzyıl önce başlamıştır. Arabistler Arap-İslam kültüründe bu alanda ortaya konan başarılı çalışmaların önemini diğer alanlara oranla çok daha iyi gün yüzüne çıkarabilmişlerdir. Bu konuyla ilgili çalışmaların, tercümelerin ve metin edisyonlarının çoğunu Frankfurt Üniversitesi'nde bulunan Arap-İslam Bilimleri Tarihi Esntitüsü, Islamic Geography yayın serisinde bir araya getirmiş ve 278 cilt olarak yayınlamıştır. Burada bir bütün olarak göze çarpan, bu araştırmalarda matematiksel coğrafyanın yer bulmaması ve Arap-İslam kültür çevresininin matematiksel-astronomik temelde gelişen kartografi alanındaki büyük başarısının hemen hemen hiç bilinmemiş olarak kalmasıdır. Bu gerekli harita malzemesi, araştırmacılarda bulunmamaktaydı. Bu panoramanın yazarı, Meᵓmūn coğrafyacılarının dünya haritası ile parçaharitalarının keşfedilmesi gibi talihli koşullarla, söz konusu boşluğu doldurma girişiminde bulunmaya bulunmaya yönelmiştir. Yazar, yaklaşık onbeş yıl alan çalışmasının sonuçlarını üç cilt halinde *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* (Frankfurt 2000) adı altında uzman dünyanın tartışmasına sunmuştur. Kitabın ulaşılan bazı sonuçları, daha genel bir okuyucu kitlesi için düşünülmüş ve *Forschung Frankfurt* (Heft 4, 2000) dergisinde yayınlanarak genel özeti burada katalok kullanıcısına sunulacaktır:



23 Kračkovskij, I.: *Istoria arabskoi geograficeskoi literaturi*, Moskova 1957, s. 345.

24 Sezgin, F.: a.e., Cilt 4, s. 338-343.

25 *Terrae incognitae*, Cilt 3, Leiden 1953, s. 213.

26 a.e., s. 213; İbn Baṭṭūṭa hakkındaki çalışmalar için bkz. Islamic Geography serisi Cilt 175-183, Frankfurt 1994.



1. Resim: Halife el-Me'mūn'un emriyle 9. yüzyılın ilk çeyreğinde yapılan dünya haritası, 1340 yılından kaln bir kopyada. Bu haritadaki önemli özellik, küresel izdüşümün yanı sıra, yeryüzü ana karalarını kuşatan okyanustur. Bu okyanus, Afrika'yı deniz yoluyla dolaşılabilir ve Hint Okyanusu'nu, bir iç deniz olarak gösteren Ptoleme tasvirine karşın, bir açık deniz olarak göstermektedir.

Avrupalı Haritaların Arap Kökeni

20. yüzyılda karşılaştığımız yeryüzünün kartografik görüntüsü muhtemelen en kesin halini oluşturmaktadır. Bununla birlikte bu görüntünün doğruluk derecesi henüz kontrol edilmiş değildir. Bugünkü dünya şekline paralel olarak, ancak şimdi gelişen bilim alanları yoluyla, yani uzay uçuş teknolojisinin mümkün kıldığı gözlemler ve ölçümler sayesinde, hala yerine getirilmeyi bekleyen böyle bir çalışma gerçekleştirilebilecektir. Tashihlerden hiçbir zaman kurtulamasak da, elbette bunlar şimdiye kadar elde edilen görüntünün, insanlığın bu ortak mirasının genel doğruluğunu sarsmayacaktır. Böyle bir deneyimin sağladığı avantaja öncülerimiz 19. yüzyılın ikinci yarısında henüz sahip değillerdi.

Hâlâ genç bir bilim dalı olan harita yapım sanatı historiyografyasının, gelişimin tek tek basamaklarını ve değişik kültür çevreleri tarafından yapılmış katkıları, gerçeği kısmen de olsun karşılayabilecek açıklama görevi son derece zordur. Yeryüzünün bir bölümünün insan eliyle resmedilmesinin ilk denemesinin ne zaman ve nerede yapıldığı kesinlikle hiçbir zaman bilinemeyecektir. Babillilerin ve eski Mısırlıların meskun dünya tasavvurlarını ana hatlarıyla resmetme denemelerinin bilinmesi bir nimettir. Ayrıca, daha m.ö. 530 yılı civarında Kartacalı Hanno'nun, memleketinden Gine'nin ekvatora yakın körfezine kadar ulaşabildiği bilinmektedir. Heredot, Firavun Necho (yaklaşık m.ö. 596-584)'nun emriyle Afrika'nın Finikeliler tarafından yelkenle dolaşıldığını aktarmaktadır. O, bu hükümdar denizcilerine, Kızıl Deniz'in güneyinden başlayarak kıyılar boyunca Herakles'in

sütunlarını dolaşıp gezdikten sonra Akdeniz'den Mısır'a tekrar dönecek kadar uzağa yelken açmalarını emretmiş olduğunu, denizcilerin bu emri üç yıl içerisinde yerine getirmiş olduklarını anlatıyor.

Yunanlarda Matematiksel Coğrafyanın İlk İşaretleri

Yunanlar, m.ö. 5. ve 4. yüzyılda dünyanın küre şeklinin varsayılmasıyla, m.ö. 3. yüzyıldaki ilk yeryüzü ölçümü denemesi ve Babillilerin gökkubbesini büyük bir daire halinde 360 derecenin bölümlerine ayıran sisteminin dünyaya uygulanmasıyla yeryüzünün bilinen şeklinin matematiksel olarak kavranması için gerekli temelleri atmışlardır. Boylam derecelerinin ay tutulmalarının eş zamanlı gözlemi yoluyla, mekanlar arasındaki zaman farkı anlamındaki tasavvuru ve yer belirlemeye temel teşkil eden, bir mekanın coğrafi enlemi ve kutup yüksekliği eşitliği kuramı da onların hesabına kaydolunmalıdır.

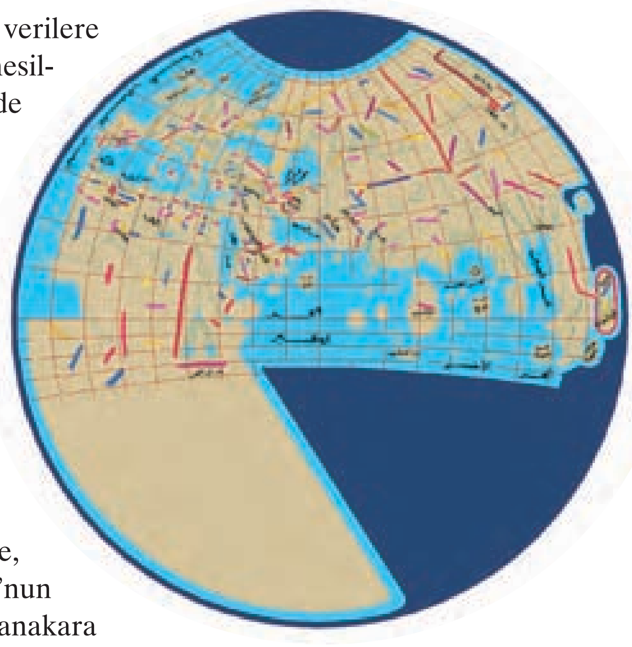
Matematiksel-astronomik olarak temellendirilmiş bir harita çizmeyi, Yunanların en büyük astronomlarından birisi olan Hipparchos m.ö. 2. yüzyılın üçüncü çeyreğinde henüz gerçekleştirilemez olarak görüyordu. O, coğrafyanın kendi zamanına kadar ulaşılan kartografik başarılarını vakitsiz ve yanlış olarak telakki ediyor, sabır ve daha kesin yer verilerinin yeterince toplanması tavsiyesinde bulunuyordu. Bir haritanın çizimini, ancak değişik ülkelerde bulunan birçok bilgin tarafından yapılmış bir ön çalışma sonrasında gelecekte gerçekleştirilebilecek bir ödev olarak görüyordu. Yunanlar kesinlikle, ölçülmüş bulunan tek bir boylam farkı tanıyorlardı: Bu, ay tutulmalarının m.ö. 331 yılında Kartaca ile Arbela arasındaki gözlem çalışmasından sonra bulunmuştu ve yaklaşık 11° abartılıydı.

Zaman içerisinde elde edilen enlem dereceleri, gerek gemi seferlerinde ve gerekse Roma ordusunun katettiği mesafelere ilişkin uyguladığı ölçümler ve de rota kitaplarında diğer yollarla kazanılmış bilgiler, m.s. 2. yüzyılın ilk yarısında bir meskun dünya haritasının ortogonal (dik açılı) izdüşümde şekillendirilmesine yol açmıştı. Bu haritanın yapımcısı Tyros'lu Marinos'dur. Çoktan kaybolmuş olan haritasının izlerine bizi daha genç çağdaşı Ptoleme götürmektedir. Görünen o ki, bu harita ve ona eşlik eden metin, Ptoleme coğrafyasının yegane temeli idi. Öğrendiğimize göre, Marinos meskun dünyanın haritasını, boylamı 225° yani yaklaşık 80° ila 90° abartılmış olan, bir derece ağına dayandırmıştı. Ardılı Ptoleme, bu meskun dünya haritasından (belki de bundan başka eklenmiş parçaharita-



3. Resim: Ptoleme *Coğrafya*'sından dünya haritası, 14. yüzyılın 1. yarısından bir yazma içerisinde. Bizanslı bilgin Maximos Planudes tarafından yapılmıştır. Me'mūn coğrafyasının aksine (1. ve 2. resim) burada Hint Okyanusu ve Atlantik hala iç denizler olarak sunulmaktadırlar.

lardan) ve haritaya eşlik eden metinden aldığı verilere ve derece bilgilerine dayanarak daha sonraki nesillere haritanın yeni yapımlarının taslağını çizmede hizmet edecek olan bir eser derlemeye kendini görevli görüyordu. Öncüsünün verilerini işlerken, mesafe bilgilerinin, özellikle boylam derecesi anlamında doğu-batı mesafe bilgilerinin çok büyük olduğu görüşüne ulaşmış, bu nedenle, Asya'nın ilgili bölümlerini sistematik biçimde orantılayarak küçültmüştür. Akdeniz'in büyük ekseninin 63° olan (yaklaşık 21° daha büyük) boylamını koruyarak meskun dünyanın boylamını 180° ye (hala yaklaşık 40° abartılmış) indirmiştir. Görünen o ki, Ptoleme eserine hiç bir harita eklememiştir. Metninde, üzerinde Kuzey Atlantik'in ve Hint Okyanusu'nun iç denizler olarak göründüğü birbirine bağlı bir anakara resmi vermesi şaşırtıcıdır.



2. Resim: Halife el-Meʾmūn'un dünya haritasının rekonstrüksiyonu, görevlendirilen coğrafyacılarından birisinin yaptığı koordinatlar kitabının verilerine dayanarak. Bugüne ulaşan harita ile yapılan bir karşılaştırma, esas itibariyle özdeştiklerini ve bundan da öte rekonstrüksiyonun pek çok ayrıntıda, kaybolan orijinalin, birçok kez kopyalanarak değişikliğe uğraması sonucu günümüze ulaşan kopyasından daha doğru olduğunu göstermektedir.

Bilinen En Eski Küresel İzdüşümlü Dünya Haritası

Marinos'un kartografik başarısı ve Ptoleme coğrafyası, Arap-İslam kültür çevresine, bu kültür çevresinin sadece Atlantik'ten Hindistan'a uzanmakla kalmadığı gibi, diğer kültür dinyalarından alınan bilimleri kendilerine mal etmenin ötesinde gösterdikleri yaratıcılık evresinin eşiğinde olduğu bir dönemde, 9. yüzyılın başlarında ulaşmıştır. Döneminin bütün bilim alanlarını teşvik etmiş olan Halife el-Meʾmūn büyük bir bilginler grubuna yeni bir «Coğrafya» ve bir dünya haritası yapmaları emrini vermişti. Bu bilginlerin çalışmalarında özellikle Yunan üstatlarına bağlı kalmak zorunda oldukları aşikardır.

Bu emrin sonucunda meydan getirilen atlastan ve ona eşlik eden coğrafi eserden bereket versin ki bazı kısımlar günümüze ulaşabilmiştir. Matematiksel coğrafya ve kartografi tarihi bakımından, Meʾmūn coğrafyacılarının dünya haritasının 1340 yılından kalan bir kopyasının 20. yüzyılın seksenli yıllarında yeniden gün yüzüne çıkması olağanüstü bir önem taşımaktadır. Bu kuşkusuz, birçok kez yapılan kopyalama yüzünden zamanında muhteşem olan orijinalin (bkz. 1. resim) şekli bir dereceye kadar bozulmuş bir kopyasıdır. Buna rağmen bu harita, orijinal haritadan eşzamanlı olarak çıkarılmış koordinatları içeren bir çizelgenin ışığı altında eşsiz bir kartografik abide olarak belirmektedir: Harita küresel bir izdüşüm taşımaktadır. Bu, meskun dünyanın 15°-20° küçültülmüş bir batı-doğu genişliğini, aynı zamanda Akdeniz'in 10° küçültülmüş bir uzunluk eksenini göstermektedir. Bundan başka, Marinos ve Ptoleme'nin birbirine bağlı bir anakara tasavvurlarının yeni bir modele yerini bırakmış olması büyük önem taşıyor. Buna göre, meskun dünya bir «kuşatıcı Okyanus» tarafından, bu okyanus da bir «karanlık okyanus» tarafından çevrelenmiştir. Atlantik ve Hint Okyanusu artık iç deniz olmayıp, kuşatıcı Okyanus'un parçalarıdır (bkz. 2. resim).

Yunanların, yeryüzünün sağlıklı bir kartografik tasvirine ve bu amaç doğrultusunda kullanı-



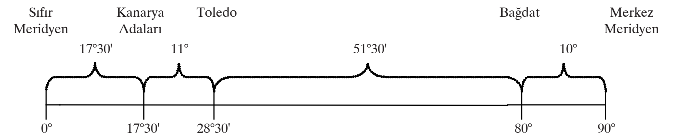
4. Resim: el-Bīrūnī tarafından 11. yüzyılın ilk çeyreğinde arşınlanan mesafeler ve astronomik olarak ölçülen enlemler vasıtasıyla Bağdat ile Gazne arasındaki yaklaşık 60 yerin boylam derecelerini hesaplamaya yönelik yapılan çalışmanın şematik sunumu.

lan matematiksel-astronomik yardımcı araçlara yönelik ki, Marinos ile Ptoleme'de (3. resim) zirve noktasına ulaşmış ve ancak aynı zamanda kendi kültür çevresinin gelişim olanaklarının son sınırlarına dayanmıştı, Me᾽mūn coğrafyacılarının çalışmalarıyla, en genç basamağını günümüzde hep birlikte yaşadığımız, yeni bir evrilme sürecine ulaşmıştı. Kesintisiz devam eden bir gelişimin bana görünen olgularını kısa bir süre önce yayınlanmış *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* adı altında kitabım *Geschichte des arabischen Schrifttums*'un X-XII. ciltleri olarak ilgililerin bilgisine sundum. Bu gelişim sürecinin bence önemli olan noktalarından bir kaçına aşağıda işaret etmek istiyorum.

Matematiksel Coğrafyanın Bağımsız Bir Disiplin Haline Gelişi

İslam dünyasında yoğun ve bilimsel bir itina ile yürütülen coğrafi yer belirleme çalışmaları 11. yüzyılın ilk çeyreğinde matematiksel coğrafyanın bağımsız bir disiplin olarak gelişmesine götürdü. Bu kazanım, Arap-İslam kültür çevresinin en büyük bilginlerinden birisi olan el-Bīrūnī'ye aittir. O, coğrafya tarihinde eşsiz bir girişimde bulunmuştur: Gazne ile Bağdat arasında bulunan önemli yerlerin (2 x yaklaşık 2000 km.lik bir çevrede) enlem ve boylam derecelerini astronomik gözlem, mesafe ölçümleri ve küresel tirgonometrinin temel kurallarını kullanmakla belirlemiştir (4. Resim). Onun tarafından ulaşılan yaklaşık 60 yerin boylam bilgilerinin bugünkü değerlere göre ölçülen hataları, sadece 6 ve 45 dakika arasındadır. Onun verileri İslam dünyasının doğu kısmında bundan böyle devamlı olarak sürdürülen yer belirlemelerin temeli olmuştur.

İslam dünyasının Bağdat'ın batısında kalan kısmında başarıyla gerçekleştirilmiş boylam dereceleri üzerindeki diğer tashihler, daha 11. yüzyılın ilk yarısında Akdeniz'in batı-doğu ekseninin 44° ila 45° ye (bugün 42°) indirgenmesi ve bunun sonucu olarak sıfır meridyeninin Atlantik'e Kanarya Adaları'nın 17°30' batısına ve Toledo'nun 28°30' batısına konumlandırılmasıyla sonuçlanmıştır.

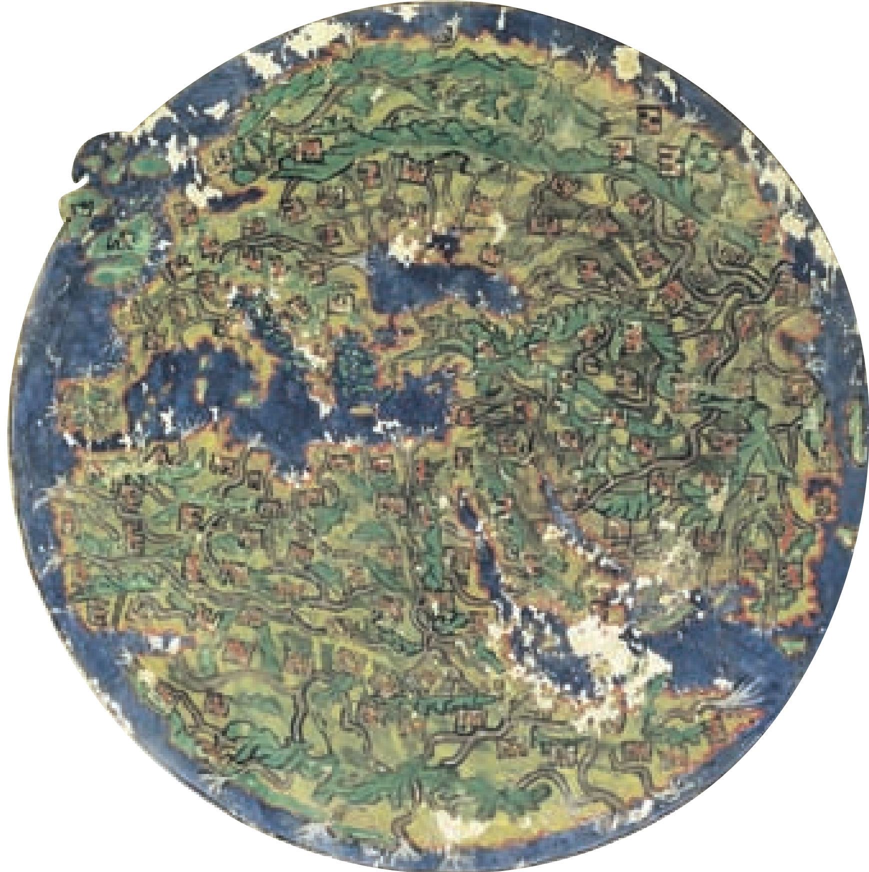


Avrupa'ya Ulaşan İlk Arapça Haritalar

Bize Me᾽mūn coğrafyasından doğan etkiyi gösteren bazı Arap ve Avrupa haritaları günümüze ulaşmıştır. Coğrafyacı el-İdrīsī'nin (5. resim) 1154 tarihli dünya haritası ve parçaharitaları bunlar arasında yer almaktadır. Ceuta'lı bu asilzadenin, Sicilya'da Norman Kralı II. Roger'ın arzusu ve teşviki ile hazırladığı haritalar ve coğrafi eser, Me᾽mūn coğrafyacılarının haritalarına geniş ölçüde bir dayanmayı göstermekle birlikte, Akdeniz ve de özellikle Kuzeydoğu, Doğu ve Orta Asya ile ilgili önemli bir genişletme ve iyileştirmeyi de içermektedir. Güneybatı Avrupa bölgesinde 1265 civarında, çağdaşı Avrupalı kartografik tasvirlerle hiç mi hiç bağdaşmayan, bilakis Me᾽mūn coğrafyacılarının ve el-İdrīsī'nin dünya haritalarıyla şaşırtıcı bir benzerlik gösteren bir haritanın doğmuş (6. resim) olması kartografi tarihinde layıkıyla gözönünde bulundurulmamış bir olgudur.



5. Resim: el-İdrīsī'nin dünya haritası (1154 yılında yapılmış), 1500 tarihli kopya. Harita genel olarak Me'mūn haritasına dayanmaktadır (1. ve 2. resimler). Kuzey ve Kuzeydoğu Asya'nın daha sonraki dönemlerde doğan Avrupalı Asya haritalarını yüzlerce yıl belirleyici olarak etkilemiş olan tashihli tasviri dikkat çekmektedir.



6. Resim: Me'mūn coğrafyacılarının (1. ve 2. resimler) ve el-İdrīsī'nin (5. resim) dünya haritalarının bilinen en eski Avrupalı imitasyonu, Brunetto Latini (1265 civarı)'nin *Tresor* isimli ansiklopedik eserinde günümüze ulaşmıştır, burada kitabın metni ile egzotik yabancı bir unsur oluşturan harita arasında kesinlikle bir ilişki bulunmamaktadır.

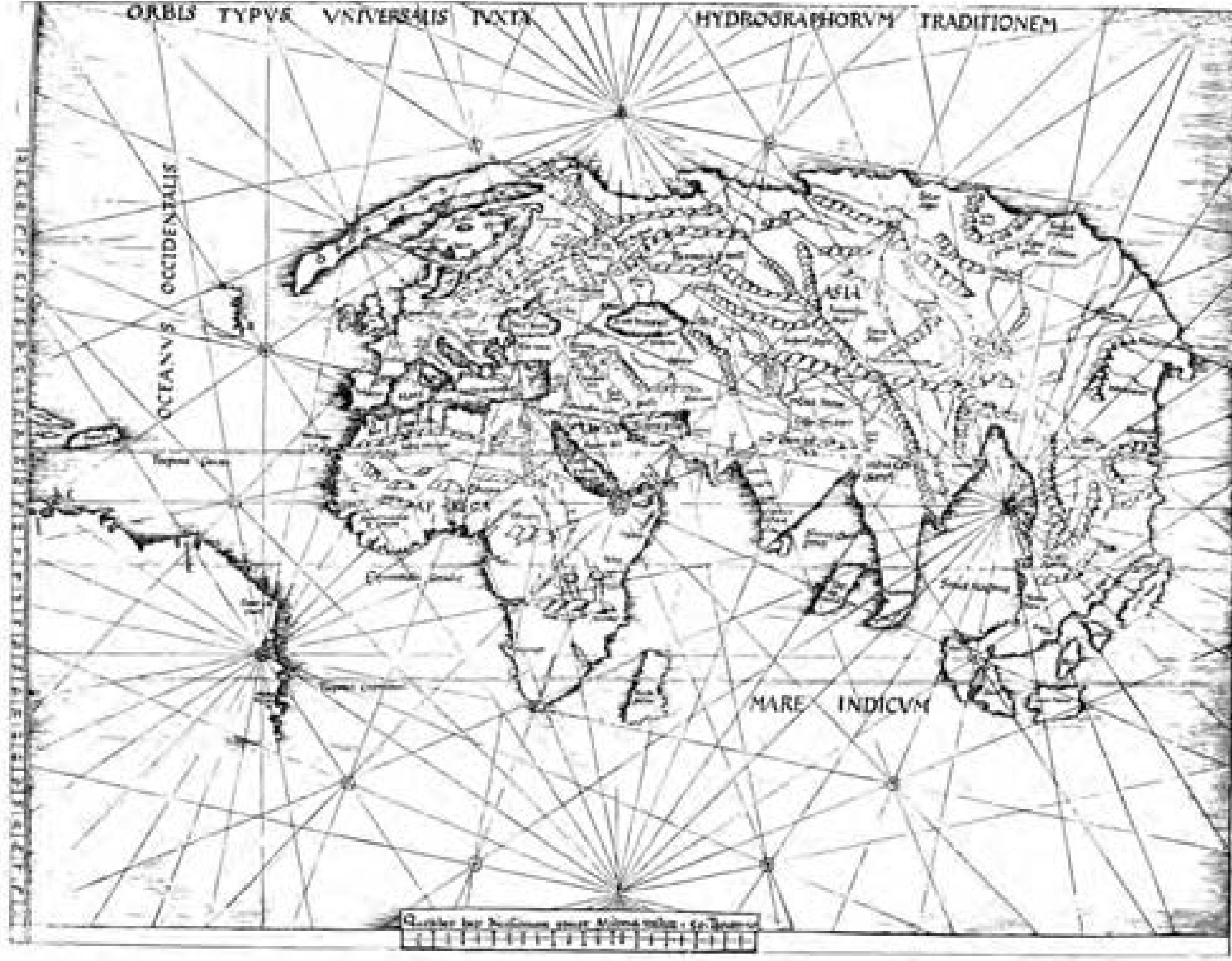


7. Resim: Marino Sanuto – Petrus Vesconte'nin dünya haritası (1320 civarı), el-İdrīsī'nin (5. resim) dünya haritasının ana hatlarda ve ayrıntılarda açıkça görülebilen bir imitasyonu.

Bundan yaklaşık otuz yıl sonra, 13. yüzyıldan 14. yüzyıla geçiş döneminde, Akdeniz'in ve Karadeniz'in tasvirini hemen hemen hatasız olarak veren bir dizi harita gün yüzüne çıkmıştır. Bunlar, kartografi tarihçileri tarafından, pek isabetli olmasa da portolan haritalar olarak isimlendirilmiştir. Bu haritaların doğmalarına ilişkin sorular, yaklaşık 150 yıldır tartışılmaktadır. Bazı bilginlere göre bunlar birden bire ortaya çıkmış ve ilk olarak Avrupalı denizciler tarafından yapılmış olmalıdır. Bazı kartografi tarihçileri ise, bu haritaları daha önceki farklı kültür çevreleriyle ilişkilendirmektedirler. Bu haritaların doğuşunu tartışan ilk bilgin veya bilginlerden birisi olan Joachim Lelevel (1850 civarı) Arap coğrafyası hakkındaki bilginin o zamanki ilkel düzeyinin ışığında, bu haritaların el-İdrīsī'nin haritasına ve coğrafi eserine (7. resim) dayandığından emindi.

Avrupa'da Yeni Bir Harita Tipinin Oluşumu

Bu problemin Arap-İslam kültür çevresinin matematiksel coğrafya ve kartografi tarihi ışığında kapsamlı bir şekilde ele alınışı sadece sözde portolan haritalarının değil, aynı zamanda bunlardan çok kısa bir süre sonra ortaya çıkmaya başlayan Avrupalı dünya haritasının ve parçaharitaların 18. yüzyıla kadar doğrudan doğruya ya da dolaylı olarak Arap-İslam kültür çevresinden gelen modellerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Kartografi tarihi araştırmalarında hem sözde portolan haritalarının oluşumu hem de takip eden zaman zarfında dünya haritası ve parçaharitalar üzerinde görülen Asya ve Afrika tasvirleri, kapsamlı bir ilişkiler çerçevesinde ele alınmak yerine, her zaman sadece bütünden ayrılmış, tek tek problemler halinde ve Arap-İslam kültür çevresine ait matematiksel coğrafya ve kartografi bilgisinden hemen hemen tamamen habersiz olarak değerlendirilmiştir. Portolan haritaların oluşumu sorusu çözülmemiş bir muamma olarak kabul edilirken, dünya haritası ve parçaharitalarda meskun dünyanın ilk kez ortaya çıkan önemli yeni kısımları, Avrupalı harita yapımcılarının, seyyahların ve seyahat raporlarının taşıdıkları haberler sayesinde başardıkları işler olarak düşünülmektedir. Bu düşünceye göre, örneğin, Venedik'te, Cenova'da veya Mallorca'da ikamet eden bir harita yapımcısının, Hazar Denizi'nin,



8. Resim: Pseudo- Ptoleme dünya haritası, Ptoleme'nin *Coğrafya*'sından, Straßburg 1513. Afrika hemen hemen mükemmel biçimdedir, buna karşın Güneydoğu Asya oldukça eski tarzda tasvir edilmekte ve Me'mūn coğrafyasını (1. ve 2. resim) hatırlatmakta. Her ikisi de Ptoleme'nin dünya resmiyle uyuşmamaktadır.

Hint Yarımadası'nın veya Urmiye gibi oldukça küçük bir gölün hemen hemen kusursuz konfigürasyonlarını sadece seyahatnamelere veya seyyahların haberlerine dayanarak çizebilmesi normal sayılıyordu. Böylece, eğer bir harita yapımcısına insanüstü bir yetenek atfedilmiyorsa, ondan hiçbir şekilde yerine getiremeyeceği bir başarı beklenmiş olmuyor mu? Yerinde oluşmuş ve yüzyıllar boyunca bir çok neslin ortak çalışmalarının sonucu olarak yapılabilmiş bir haritanın bu veya şu harita yapımcısının eline geçmiş olduğunu düşünmek daha mantıklı değil midir?

Ptoleme Coğrafyasının Avrupa'da Kartografyaya Etkisi

15. yüzyılın son çeyreğinde Ptoleme coğrafyasının Latince çevirisinin basımı sayesinde Avrupa'daki kartografyacılığa yeni bir akım oluştu. Latinceleştirilmiş Ptoleme adı altında, onun coğrafyasının içeriğiyle tam olarak uyuşmayan birçok harita ortaya çıkmaya başlamıştı (8. resim). Yaklaşık 50 yıllık bir zaman zarfında oluşan bu haritalar ve bunlara dayalı dünya haritaları, Akdeniz'in boylamının, örneğin 63° olduğu ve Hint Yarımadası'nın güney ucunun 125° de bulunduğu, derece ağlarıyla giydirilmişlerdi. Bu «Ptoleme» derece ağı bazı dünya haritalarında 16. yüzyılın ortalarına ve bu tarihten birkaç yıl sonrasına dek kullanımda kalırken, yaklaşık 1510 yılından itibaren çoğu dünya haritası üzerinde, anılan boyutlar bağlamında, Akdeniz boylamının 52° veya 53° ve Hindistan'ın güney ucunun



9. Resim: Abraham Ortelius'un Asya haritası (Antwerpen 1567), Gastaldi haritasının yeni bir redaksiyonu olarak yayınlanmıştır. Sağ alt köşede Ortelius, Gastaldi'nin bu haritayı Arap geleneğinde yaptığına işaret etmektedir.

boylam derecesinin 115° olduğu Meʾmūn dünya haritasının derece ağına yerini bırakmak zorunda kalmıştı.

Ptoleme Coğrafyası'ndan Ayrılış

1560 ve 1561 yıllarında Giacomo Gastaldi tarafından ortaya konulan üç parçadan oluşan Asya haritası ve yeni yaptığı dünya haritası ani bir etki gösterdi. Kendini yaklaşık 30 yıl boyunca «Ptoleme» haritalarının çizimlerine adayan bu İtalyan mühendis ve haritacı birdenbire bambaşka karakterde değişik derece ağlı, farklı bir konfigürasyona, topografyaya ve toponomiye sahip haritalar yayınladı. Buna nasıl ve nereden ulaşmıştı? Bu konuda kendisi bir şeyler ifade etmemiştir. Bir kaç yıl sonra, dönemin en ünlü iki meslektaşı Abraham Ortelius (9. resim) ve Gerard Mercator, Gastaldi'nin Asya haritasını belirli değişikliklerle ve genişletmelerle kendi redaksiyonları olarak yayınladılar. Haritanın doğru veya diğerlerinden daha doğru olduğunu ortaya koymak için hangi ölçütleri benimsemişlerdi? Gastaldi'nin koordinatları nereden kaynaklanmaktaydı? Ortelius bu sırra vakıf olduğuna inanmıştı, haritasının sağ alt köşesine şu açıklamayı yapmıştı: «Bu vesileyle ilgi duyan okurlara, coğrafya konusunda birçok hizmetlerde bulunmuş olan Jacobus Gastaldus'un Arap kosmograf Ebū el-Fidāʾ'nın geleneğine uygun olarak sağladığı yeni Asya tasvirini sunuyoruz.» Ortelius bununla Arap coğrafyacı Ebū el-Fidāʾ (ö. 1331)'nın Fransız oryantalist Guillaume Postel tarafından 1524 yılında İstanbul'dan Fransa'ya götürülen karşılaştırmalı koordinat çizelgeleri içeren bir yazma kitabını kasdetmektedir. Gerçi bu kitap İslam dünyasında çoktan eskimiş olan, daha doğru değerlerle değiştirilmiş koordinatları içermekte ise de, yazar Avrupa'da 16. yüzyılın ikinci yarısında yeni bir

Ptoleme olarak övülmüş ve kitabıyla olan tanışıklık şu kelimelerle dile getirilmiştir: «venit divinamente in luce...» veya «coming divinely to light in our time» (zamanımıza gelen ilahi ışık).

Gerçekte ne Ebū el-Fidā'’nın kitabınının koordinat çizelgeleri Gastaldi haritasının konfigürasyonlarını resmetmeye yetebilirdi ne de harita, kitabın verdiği bilgilerle uyum içerisinde bulunabilirdi. Bana göre Gastaldi’ye Arap-İslam kültür çevresinden bir genel harita veya parçaharitalar model olarak hizmet etmiş olmalıdır. Onun bu haritaları ne derece gerçeğe uygun kullanıp kullanamadığı ayrı bir sorudur. Sadece Ortelius’un Gastaldi haritasının oluşumuna ilişkin sunduğu yanlış açıklama Avrupa’da söz konusu dönemde bu disiplinin önde gelen coğrafya temsilcilerinin, tanıdıkları modellerden hangisinin gerçeğe daha uygun olduğunu bilmedikleri, daha doğru bir ifadeyle bilemeyecek durumda oldukları bir tarafa, modellerinin nasıl oluşmuş ve nereden gelmiş olduğunun farkında bulunmadıkları hükmüne vardırmıyor. Bir haritacı, bizzat kendi ilgisiyle, ticari amaçla veya bir sipariş sonucu olarak tesadüfen elinin altında bulunan veya estetik açıdan hoşuna giden ya da Arap-İslam kültür çevresinden yeni gelmiş olan bir modele göre bir harita çiziyordu. Seçim keyfi idi.

Bildiği bir parçaharitayı genel bir haritaya veya dünya haritasına, yaptığı işin doğruluk derecesini değerlendiremeksizin, işleme cesaretini göstermek, 14. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar Avrupalı bir haritacının çalışma tarzıydı. Hazar Denizi kartografya tarihi bize bununla ilgili ilginç bir örnek sunmaktadır. Hazar Denizi’nin, 13. yüzyılda Arap-İslam kültür çevresinde ulaşmış olduğu, hemen hemen mükemmel şeklinin 14. yüzyıldan itibaren Avrupa’daki parçaharitalarda bize ulaşmış olması, 14. ve 15. yüzyıllarda büyük kesinlikle Avrupalı dünya haritalarında görülmesi, daha sonra ise 16. ve 17. yüzyıllarda (bazı istisnalar hariç) harita yapımcılarının ilgi alanlarından çıkmış olması ve ancak 18. yüzyılın ilk çeyreğinde yeniden geçerlilik kazanmış bulunması şaşırtıcıdır.

Avrupa’da Haritaların Koordinatlarla İlişkisi

Bu tespit, Avrupa’da yapılan eski dünya haritalarının 18. yüzyıla kadar henüz koordinatlara göre çizilmemiş, aksine ilgili modellerin çizme yoluyla gerçekleşen aktarımı vasıtasıyla temel alınan derece ağlarına uygun hale getirilmiş oldukları olgusuyla sıkı sıkıya bağlıdır. Gerçi Avrupa’da Arap-İslam kültür çevresinden alınan veya Avrupa’da da derlenen pek çok koordinat çizelgeleri vardır, ama bunlar Avrupa’nın bazı kısımları dışında, burada oluşan haritalara herhangi bir etkide bulunmamışlardır. Bu yönde bildiğimiz tek deneme, Johannes Kepler’in kendisinin bildiği çizelgelerin koordinatları ile eski dünyanın tasviri arasında bir bağlantı kurma denemesi başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Göründüğü kadarıyla Wilhelm Schickard 17. yüzyılın otuzlu yıllarında, Avrupa’da tedavülde bulunan eski dünya haritalarının, özellikle Asya ve Afrika bakımından, oldukça hatalı oldukları ve kendisinin Arap yer çizelgelerini temel alarak ve Arap coğrafya eserlerindeki bilgilere dayanarak hatasız bir harita çizebileceği görüşüne ulaşan ilk bilgindir. Kanaatime göre bu bağlamda Hollandalı coğrafyacı Willem Janszoon Blaeu’nün 1634 yılında Schickard’a yazdıkları oldukça manidardır: «Senin İskenderiye ile Roma arasındaki boylama ilişkin fark ettiğin şeyi, gerçekte bütün Avrupa’nın çok uzun tasvir edilmiş olduğunu, ben memleketimiz insanlarının müşahedelerine dayanarak her zaman söylemişimdir».

Schickard’ın uzun yıllar süren, daha sonra diğer Arap coğrafya eserlerine dayanarak eski dünyanın Avrupa’da yaygın kullanılanlardan daha kesin bir haritasını çizebilmek için Ebū el-Fidā'’nın çizelge eserinin koordinatlarını tanıma çabaları onun, Arap-İslam kültür çevresinden haritalar temin etmenin ve bunları kendi becerisine dayanarak yayınlamanın daha pratik olabileceğini düşünmediğini göstermektedir. Kuşkusuz o da Avrupa’da tedavülde bulunan haritaların nasıl ve hangi koşullarda oluştuğuna ilişkin, öncüleri ve ardılları kadar az şey biliyordu. Schickard’ın



10. Resim: «İran ve Komşu Bölgeler», Adam Olearius tarafından 1637 yılında iki Arap parçaharita esas alınarak birleştirilmiş ve Latin harflerine aktarılmıştır. Bunu «*Vermehrte Moscowitischen und Persianischen Reisebeschreibung*» (Schleswig 1656, s. 434) isimli eserinde açıkça ifade etmektedir.

aslında, bu haritaların köken itibariyle Arap-İslam dünyasından gelen, değişik gelişim aşamalarından doğan modellere dayandığını ve Avrupa'ya savaşlar, seyyahlar ve denizciler, haçlı seferleri veya elçiler yoluyla gerçekleşen çeşitli temaslarla tesadüfen ulaşmış olduğunu bilemezdi. Gerçi bizi bu realitenin izlerine götüren daha eski Portekiz, İspanyol, İtalyan ve Hollanda kaynakları bulunmaktadır, ama yine de bunlar şimdiye kadar kartografya tarihçilerinin bilincine, uygun bir biçimde ulaşmamış veya zaman zaman keyfi olarak yorumlanmış ve efsane diye değerlendirilmişlerdir.

Arapça Haritaların Avrupa'ya Bilinçli Aktarımı

Arap-İslam kültür çevresi haritalarının bilinçli olarak aktarım dönemi Schickard'ın anılan girişiminden birkaç yıl sonra başlamıştır. Sahip olduğumuz bugünkü bilgiye göre Alman bilgin Adam Olearius, haritaları Arapça yazıdan Latince'ye aktardığını açıkça bildiren ilk kişidir. Burada sözkonusu olan, 1637 yılında Schamachia (Kafkasya'da)'daki ikameti sırasında diğer parçaharitalarla birlikte malumu olduğu bir İran ve bir Anadolu haritasıdır (10. resim). Arap-İslam kültür çevresinden gelen haritaların bu tarz aktarımı, Paris'te yaklaşık 1650 ve 1750 yılları arasında yoğunlaşmış ve böylece Avrupa kartografyasının yaratıcı döneminin başlangıcını oluşturmuştur. Burada, Portekizli denizcilerin, Arap haritalarını veya deniz haritalarını görmüş oldukları-



11. Resim: Hindistan ve komşu bölgelerin haritası, Hollandalı Jan Huygen van Linschoten (1596) tarafından kendi verdiği bilgiye göre şark kaynaklı bir modelden Latince yazıya taşınmıştır. Haritanın topografyası ve toponomisi, bu modelin bir Arap haritası olduğuna ilişkin hiçbir kuşku bırakmamaktadır.



12. Resim: «İran'ın, en büyük Arap ve Fars coğrafyacılarının eserlerinden yapılmış görüntüsü», açıkça kendi şark kaynaklarından bahseden Avrupalı kartograflardan birisi olan Adrian Reland (1705) tarafından yapılmıştır. Hazar Denizi'nin İran İmparatorluğu'na ait olmayan kuzey kesiminin burada bulunmamasının nedeni, Reland'ın bir İran haritasını model olarak kullanmış olmasından kaynaklanabilir.



13. Resim: Karadeniz'in, sıfır meridyeni Arap-Fars geleneğine göre Toledo'nun 28°30' batısında Atlantikte bulunan tam bir Osmanlı haritası. Yan tarafında verilen boylamlar ve enlemler, su havzasının Osmanlı coğrafyacılar tarafından hemen hemen mükemmel boyutlara ulaştığını ispatlamaktadır. Fransız kartograf Guillaume Delisle, 1700'den önce Paris'e gelmiş olan bu haritanın bir kopyasından veya orijinalinden yararlanmıştır.

na, bunları ele geçirmiş olduklarına, kopyalamış veya memleketlerine getirmiş olduklarına ilişkin Vasco da Gama'dan beri açık-seçik ortaya koydukları bilgileri ve de Hollandalı haritacı Jan Huygen van Linschoten (11. resim)'in kendi adıyla tanınan Güneybatı Asya ve Hindistan haritasını yerel bir haritadan kendi diline aktarmış olduğuna ilişkin işareti bir tarafa bırakıyorum.

Olearius'un haritaları, Paris ekolünün haritaları ve 1560 yılına kadar daha önceki dünya haritalarının çoğu bizi doğrudan doğruya veya dolaylı olarak bunlara temel teşkil eden, beş yüz yıl daha önce İslam dünyasında tespit edilmiş olduğu üzere sıfır meridyeni Toledo'nun 28°30' batısında bulunan bir derece ağına götürmektedir. Kartografya tarih yazımcılığında Adam Olearius'un, Nicolas Sanson'un, Adrian Reland'ın (12. resim), Guillaume Delisle'in, Joseph-Nicolas Delisle'in (13. resim), Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville'in, Emmanuel Bowen'in, James Rennell'in ve diğerlerinin haritalarının derece ağlarındaki buna işaret eden izlere gereken dikkat verilmiş ve Avrupa dillerinde ulaşılabilir olan yer çizelgelerinin bazıları Arap-İslam dünyasından günümüze ulaşan ve bunlara ilişkin haritalarla karşılaştırılmış olsaydı, disiplin birçok yararsız külfetten ve kısır tartışmalardan korunmuş olurdu.



Meʾmūn coğrafyacılarının dünya haritasına göre
Yeryüzü Küresi

Modelimiz: Pirinç, cilalanmış. Toplam yükseklik: 1,65 m., çap 50 cm. (Envanter No: A 1.01)

Abbasi Halifesi el-Meʾmūn (dönemi: 198-218/813-833)'un emriyle birçok astronom ve coğrafyacı tarafından yapılan ve kaybolduğu düşünülen, coğrafya tarihinin meşhur dünya haritası yirmi yıl önce İbn Faḍlallāh el-ʿÖmerī'nin İstanbul'daki Saray Kütüphanesi (III. Ahmet 2797/1)'ndeki *Mesālik el-Ebṣār* isimli ansiklopedisinin (yaklaşık 740/1340 yılından müellif nüshası) ilk cildinde keşfedilmiştir (bkz. s. 9). Bu cilt ayrıca aynı kökten üç iklim haritası da içermektedir. Bundan başka üç parçaharita, yani Nil akıntısının, Azak Gölü'nün ve Güneydoğu Asya'da bulunan «Yakut Adası»nın tasviri, Straßburg Üniversite kütüpanesinde, 4247 No.lu el yazmasıyla korunarak günümüze ulaşmıştır. Bu yazma 428/1036 yılından olup Ebū Caʿfer Muḥammed b. Mūsā el-H̱ārizmī isimli birisinin dünya haritasının derece ağına dayanarak bir araya getirdiği

Me'mūn coğrafyasının koordinat sistemini içermektedir. Söz konusu el-Ḫārizmī görünüşe göre Me'mūn coğrafyacılarından biridir, bununla birlikte halihazırda onunla aynı adı taşıyan meşhur matematikçi ve astronomla aynı kişi olup olmadığı kesin değildir. Yerlerin ve coğrafi noktaların yaklaşık toplam 3000 koordinatı dünya haritasının eksiksiz bir rekonstrüksiyonunu olanaklı kılmaktadır. Rekonstrüksiyon harita (bkz. s. 11) büyük ölçüde, 500 yıllık bir zaman zarfında tekrarlanan kopyalama sonucu, doğal olarak belirli şekil bozulmalarına maruz kalarak günümüze ulaşan harita ile örtüşmektedir. Buna rağmen bu numune bence günümüze ulaşan dünya haritalarının en önemlisidir. Rekonstrüksiyon harita ile birlikte bu harita bize Me'mūn coğrafyacılarının orijinaline büyük ölçüde yaklaşan kartografik bir resim ve böylelikle insanlığın 3./9. yüzyılda yeryüzünün matematiksel olarak kavranmasında ulaştığı ilerlemeyi açıkça göstermektedir. Me'mūn coğrafyacıları çalışmalarında öncülerinin erişilebilir başarılı çalışmalarına dayanmışlar ve bunları, bir neslin zamansal çerçevesinde ve dönemlerinin elverişli koşulları altında mümkün olabildiğince mükemmelleştirmişlerdir. Ana kaynakları kuşkusuz Marinos (m.s. 2. yüzyılın 1. yarısı)'un dünya haritası ve Ptoleme (m.s. 2. yüzyılın 2. yarısı) coğrafyası idi. Görünüşe göre sonuncusu bizzat bir harita yapmış değildir, sadece Marinos'un haritası temelinde coğrafya olarak adlandırdığı kartografik bir klavuz derlemiştir.
Günümüze ulaşan dünya haritası bize, gemiyle aşılamaz okyanusu temsil eden koyu mavi su kütlesi ile çevrelenmiş açık mavi bir okyanus (*el-Baḥr el-Muḥīṭ*) tarafından kuşatılmış meskun dünyanın belirgin bir ada biçimini göstermektedir. Haritanın üzerine küresel ölçekli bir derece ağı giydirilmiştir, birçok ölçeğe sahiptir ve dağların perspektifik tasvirini sağlayan bir birikimin kanıtını vermektedir[1].



Parçaharita 1

[1] Sezgin, F.: *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Cilt 10: *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland*, s. 80-129.



Parçaharita 2



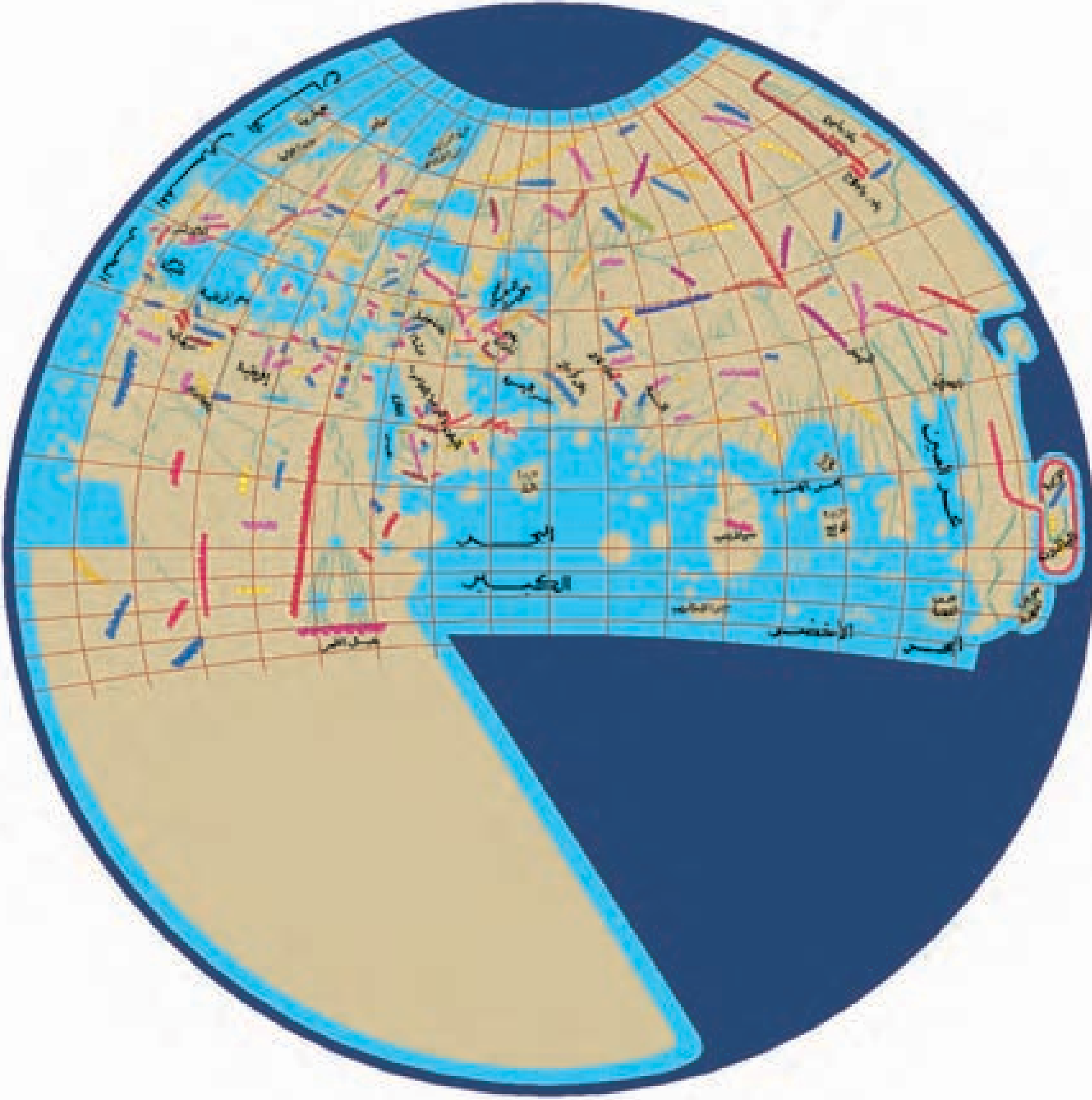
Parçaharita 3

Yukarıdaki resimler: Meᵓmūn atlasından parçaharitalar, İbn Faḍlallāh el-ᶜÖmerī'nin *Mesālik el-Ebṣār* adlı ansiklopedisinde (yaklaşık 740/1340 yılından müellif nüshası, İstanbul, Topkapı Sarayı, III. Ahmet, 2997/1, tıpkıbasım Frankfurt 1988, s. 292f.) günümüze ulaşmıştır. Burada haritalar kuzeyi başa çevrilerek verilmiştir.
Parçaharita 1: Birinci iklim, Afrika'nın ve Hint Okyanusu'nun bir kısmıyla birlikte.
Parçaharita 2: İkinci iklim, Afrika'nın, Kızıl Deniz'in, Arap Yarımadası'nın ve Asya'nın kısımlarıyla.
Parçaharita 3: Üçüncü iklim, kuzeyde ikinci iklim bölgelerine bağlanmaktadır.



Halife el-Me'mūn (dönemi: 198-218/813-833)'un Dünya Haritası

Yönetim merkezi Bağdat olan, bilimlere karşı aşırı ilgili Abbasi Halifesi el-Me'mūn (ö. 218/833) saltanatı zamanında, coğrafyacılar ve astronomlardan oluşan büyük bir grubu kapsamlı bir coğrafya eseri ve yeni bir dünya haritası yapmakla görevlendirdi. Bu görev, Marinos (m.s. 2. yüzyılın 1. yarısı)'un meşhur dünya haritasından ve Ptoleme (m.s. 2. yüzyılın 2. yarısı) coğrafyasından hareketle, çağdaş coğrafi bilgiler temelinde ve jeodezik ölçümlerin ve görevlendirilen bilginler tarafından toplanılan astronomik-matematiksel data bilgileri yardımıyla yerine getirilmiştir.
Me'mūn coğrafyacılarının haritası yaklaşık 20 yıl önce 740/1340 tarihli bir kopya halinde yeniden keşfedildi. Burada haritanın kopyası verilmiştir. Coğrafya kitabının günümüze ulaşmış birkaç parçaharitası ve dünya haritasına dayanan ve yine günümüze ulaşan koordinat çizelgeleriyle birlikte bu harita, kartografya tarihinde yepyeni bir ufuk açmaktadır. Hükümdar emri sayesinde ulaşılan ilerleme Ptoleme adını taşıyan dünya haritasıyla karşılaştırılarak ölçülebilir. el-Me'mūn tarafından görevlendirilen bilginler, o zamanki meskun dünyanın hemen hemen merkezinde bulunan Bağdat'tan hareketle Güney ve Orta Asya'yı hem de Doğu ve Kuzey Afrika'yı mümkün olabildi-



ğince kendi gözlemleri ve ölçümleriyle kavrama avantajına sahiptiler. Böylece Me᾿mūn haritası birçok farklı nedenlerden ötürü çığır açıcı önemi haizdir.

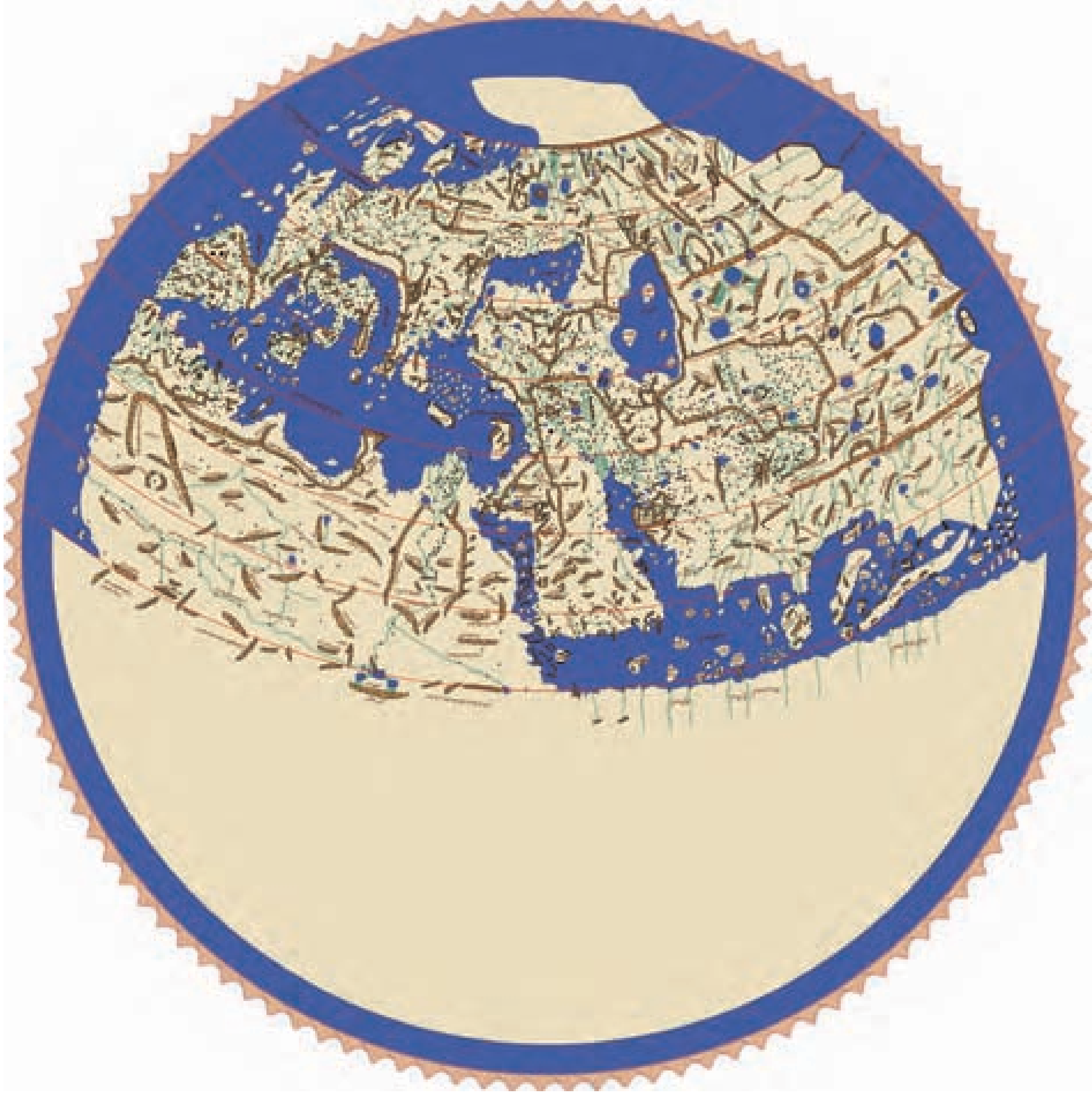
Yukarıda yer alan ikinci harita orijinal koordinatlar kitabının verdiği bilgilere dayanılarak tarafımızdan çizilmiştir. Her iki harita da bize –her ne kadar daha sonraki dönemde yapılan kopya, orijinali özgün niteliğinde temsil etmese de– insanlığın 3./9. yüzyılın ilk çeyreğinde, yeryüzünün kartografik tasvirinde elde etmiş olduğu kazanımları açıkça göstermektedir. Böylelikle, Me᾿mūn haritası, kartografyanın ileriki gelişimini değerlendirebilmek için sağlam bir temel oluşturmaktadır, bunun yanı sıra söz konusu harita bu gelişim için, hem Arap kültür çevresinde hem de Batı'da büyük öneme taşımaktadır. Bu haritanın, yeryüzünün oldukça ileri seviyede gelişmiş şeklini bir yana, kullandığı küresel izdüşüm, kartografik ölçüt ve de dağların perspektifik tasviri gibi kartografik yardımcı unsurlar, bunların oluşum dönemine ilişkin tarihlendirmeleri zamansal olarak daha öne kaydırmakta yardımcı olmaktadır. Bu haritada Akdeniz ekseninin Ptoleme'deki 62° veya 63° lik bir boylama karşın 52° ye indirgenmiş olması, Afrika'nın güneyden, Avrupa'nın ve Asya'nın kuzeyden dolaşılabilir olması hem Hint hem de Atlantik okyanuslarının Ptoleme'de olduğu gibi artık iç deniz olarak tasvir edilmemeleri burada zikredilebilecek ek hususlardır.



el-İdrīsī'nin Metalik Dünya Haritası

Modelimiz: Metal, hâkkedilmiş ve renkli cilalanmış (Envanter No: A 1.15).

Muḥammed b. Muḥammed eş-Şerīf el-İdrīsī tarafından Norman Kralı II. Roger'in emriyle Sicilya'da yapılan (bkz. s. 5f.), büyük gümüş bir levha üzerine hâkkedilmiş yuvarlak dünya haritasının anısına, *Kitāb Nüzhet el-Müştāḳ fī İḫtirāḳ el-Afāḳ* (549/1154 yılında sonlandırılmıştır) isimli eserdeki 70 dikdörtgen parçaharitanın verilerine dayanarak ve stero-grafiksel projeksiyona aktarımı, el yazmaları içerisinde günümüze ulaşmış genel haritalarla karşılaştırılarak kazanılmış yuvarlak bir dünya haritasını metal bir levhaya hâkkettirdik.



el-İdrīsī'nin yuvarlak dünya haritası, Enstitümüz rekonstrüksiyonu.



el-İdrīsī'nin bilinen dikdörtgen "Dünya Haritası" Konrad Miller tarafından 1928 yılında parçaharitalardan bir araya getirilmiştir, ancak burada enlem daire uzunluklarının kuzeye gittikçe azaldıkları gerçeği dikkate alınmadığından kuzey, ekvatoryal bölgeler olduğundan geniş tasvir edilmiş, böylelikle Kuzey Asya'nın ve Afrika'nın tüm konfigürasyonu tanınamaz hale gelmiştir.

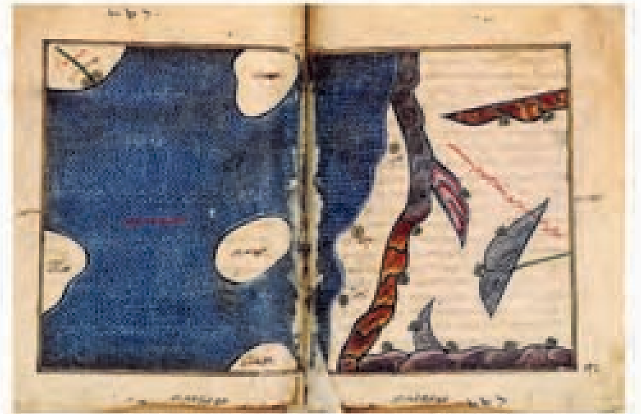
el-İdrīsī'nin dünya haritası, *Nüzhet el-Müştāḳ*'taki parçaharitalardan K. Miller (1928) tarafından bir araya getirilmiştir, kolayca anlaşılabilmesi için burada kuzeyi yukarı tarafa doğrultulmuştur.

Yazmadan parçaharitalar, Paris (Bib.nat., Ms. Or. 2221), iklim 5'den kesit, İstanbul Boğazından Hazar Denizi'ne kadar.









Asya Haritaları (muhtemelen 7./13. ve 10./16. yüzyıl) Ebū el-Ġāzī Bahādur Ḫān'ın kitabının Fransızca baskısından (Leiden 1726), bkz. Katalog I. Cilt, s. 130.







Herhangi bir günde
Enlem Ölçüm Aleti



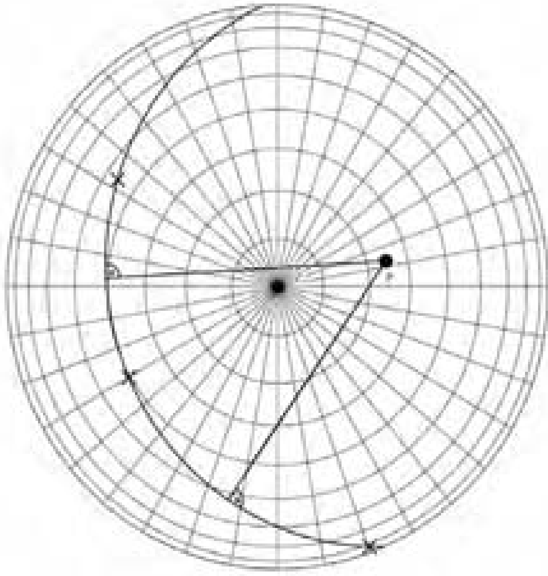
Modelimiz: Pirinç yarım küre, çap: 36 cm, koordinat ağı 5° ye. Çelik gnomon iç bükey bir tabak üzerinde, çap: 20 cm. Koni gürgen ağacından, yükseklik: 21 cm. (Envanter No: A 1.08)



Arap-İslam kültür çevresinde görünüşe göre 5./11. yüzyılın ilk yarısında enlem ölçümü için iki kullanım şekli sunan ve bir deklinasyon çizelgesinden yardım almaksızın herhangi bir günde kullanılabilen bir alet geliştirildi. Coğrafi yer çizelgelerinin genişletilmesi ve mükemmelleştirilmesi bakımından önemli olan bu alet, matematiksel coğrafyanın temel eseri el-Bīrūnī (ö. 440/1048)'nin *Taḥdīd Nihāyāt el-Emākin li-Taṣḥīḥ Mesāfāt el-*

Mesākin [1] isimli eserinde tarif edilmiştir. Aletin bir diğer tarifini el-Bīrūnī'nin daha genç çağdaşı olan Muḥammed b. Aḥmed el-Ḫāzimī[2] (453/1061 civarında faaliyette bulunmuştur)'ye borçluyuz.

İşlemin birinci versiyonunda yeterli büyüklükte, özenle inşa edilmiş, boylam ve enlem daireleriyle donatılmış bir yarım küre alınır ve üzerine zenit işaretlenir. Yarım kürenin büyük dairesi bir şakül yardımıyla tam olarak tesviye edilmiş yatay bir zemine yerleştirilir. Yardımcı araç olarak temel yüzeyi bir karış çapında bir koni imal edilir. Koninin bir tarafında temel yüzeyin yukarısına bir elin sokulabileceği ve temel yüzeyin merkezinde oyulan deliğe dokunabileceği büyüklükte bir pencere açılır. Koninin ucuna küçük diğer bir delik açılır. Koni yarım küre üzerine yerleştirilir, gün içerisindeki her hangi bir zamanda güneşe doğrultulur ve güneş ışığı koninin ucundaki delikten temel yüzeyde bulunan deliğe düşene kadar ileri geri oynatılır. Konu yarım küre üzerinde işaretlenir (bkz. aşağıdaki resim). Günün değişik saatlerinde güneş seviyesinin gözlemi tekrarlanır ve sonuç olarak birbirlerine bir kavis üzerinde bağlı değişik işaretlemeler (B, B', B") elde edilir. Daha sonra büyük dairenin bu yolla kazanılan kavisin kutbu (P) bulunur. Bu kutup gök ekvatorunun kutbuna (*muᶜaddil en-nehār*) tekabül eder, gök ekvatorunun zenite (Z) olan mesafesi (α) bize 90° lik tümler açıyı ve bununla birlikte enlem derecesini verir: $\varphi = 90 - \alpha$.



Yarı küre üzerinde enlem derecesinin belirlenmesi

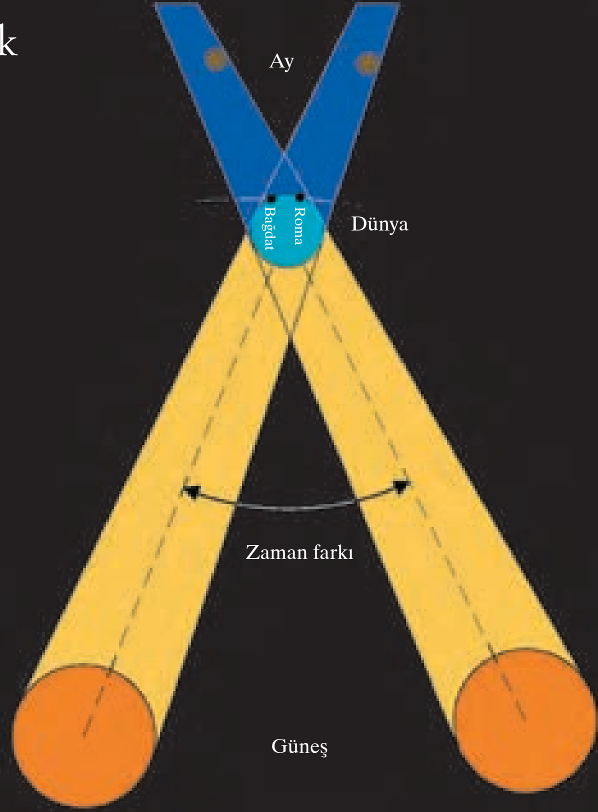
İşlemin ikinci versiyonunda koni yerine, yukarıda kullanılan yarım küreden bir veya iki milim daha büyük çaplı metal veya ahşap bir kürenin üst yüzeyinin daire şeklindeki parçası kullanılır. Küreye yapışık olan bu takkenin dış yüzünün ortasına bir gnomon sabitlenir. Takke küre üzerinde, gnomonun gölgesi kaybolana dek güneş yönünde ileri geri hareket ettirilir. Bu pozisyon küre üzerinde daha önce takke civarında işaretlenmiş olan dairenin orta noktası olarak bulunur. Diğer iki pozisyon aynı günde yapılan müteakip gözlemlere eklenir. Böylelikle, birinci versiyonda olduğu gibi, gök ekvatorunun küre üzerindeki kutbu ve peşinden gözlemleme yerinin enlem derecesi bulunabilmektedir.

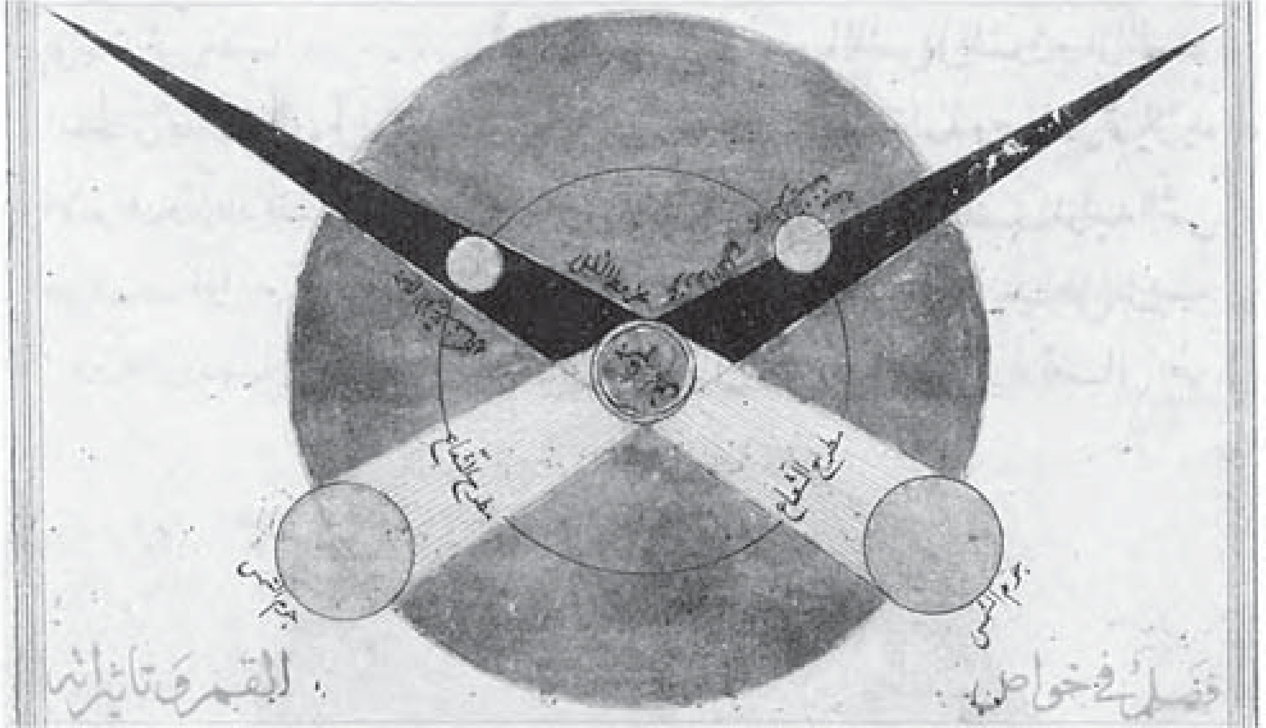
[1] Ed. P. Bulgakov, Kahire 1962 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 25), s. 71-72; İngilizce çevirisi Jamil Ali, *The Determination of the Coordinates of Positions for the Correction of Distances between Cities*, Beirut 1967 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 26), s. 41-42; ayrıca bkz. E.S. Kennedy, *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin*, Beyrut 1973 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 27), s. 20-22.

[2] Onun bir kitabından bazı kısımlar bize bir mecmua içerisinde ulaşmıştır, İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi, A.Y. 314, Tıpkıbasım edisyon *Manuscript of Arabic Mathematical and Astronomical Treatises*, Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2001 (Seri C, Cilt 66), s. 28-29.

Ay tutulmalarını gözlemleyerek Boylam Belirleme

Bağdat'ın boylamı: 44°26' (Greenwich'den)
Roma'nın Boylamı: 12°30'
$\Delta_{Boylam} = 31°54' \approx 2$ h 8'





Eklipslerin temsili, el-Ḳazvīnī'nin *ᶜAcāᵓib el-Maḫlūḳāt*'ından, Memlüklü dönemi, 7./13. yüzyıl; yazma, Viyana, National Bibliothek Cod. Mixt. 311, fol 3b.

Bölüm 3

Denizcilik

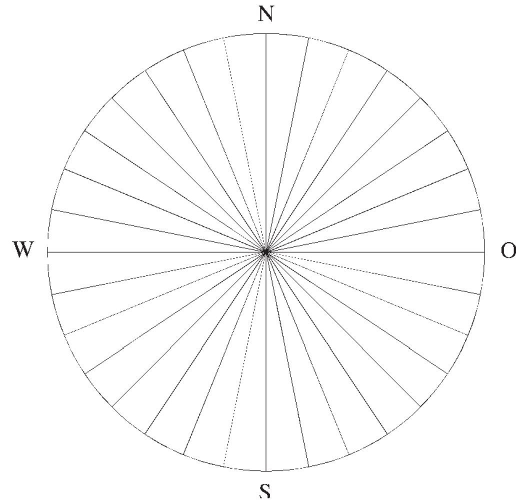
Bil ki, üç sınıf denizci vardır: İlk grup, basit deniz kılavuzlarıdır. Bunların yolculukları bazen iyi gider bazen de kötü; verdikleri cevaplar bazen doğrudur bazen de yanlış. Bu denizciler muᶜallim (üstad) nitelemesini hak etmezler. İkinci kategorinin orta seviyeli meᶜālime (üstadlar) olan mensupları, bilgilerinin büyüklüğü ve kapasiteleriyle tanınırlar. Onlar yeteneklidirler, gittikleri yerin rotalarına hâkimdirler, fakat öldükten sonra unutulmaya mahkumdurlar. Denizcilerin üçüncü grubu en yüksek mertebesini oluştururlar. Bu kalitedeki denizci çok meşhurdur, bütün deniz operasyonlarına hâkimdir ve ayrıca hem kendi zamanında hem de daha sonraları yararlanılan kitapları yazmış olan bir bilgindir.

İbn Mācid (9./15. yüzyılın 2. yarısı)

GİRİŞ

Müslümanların daha 1./7. yüzyılın ortalarına doğru kendi filolarıyla Akdeniz'in doğusundaki adalara hücum etmeye ve fethetmeye başlayıp kısa bir zaman zarfında güney Akdeniz'de ve daha sonraları Akdeniz havzasının tamamında korkulan bir deniz gücü haline gelecek kadar büyümüş oldukları, ilgili bilimsel araştırmalar tarafından, özellikle 20. yüzyılın son yarısında tespit edilmiştir[1]. Müslümanlarla Çin arasındaki deniz trafiğinin aynı şekilde 1./7. yüzyıla kadar geriye gittiği ve yüzlerce yıl genişleyerek devam ettiği bilimsel araştırmalarda çok uzun bir süredir bilinmekteydi[2]. Atlantik'te kuzeyde Coimbra'dan güneyde Nūl (bugün muhtemelen Noun)'a yaklaşık 1300 km. uzunluğundaki kıyı çizgisinde Arap-İslam deniz seyrüseferinin Arap fethinden Muvahhidiler hakimiyetine (1130-1269) kadarki gelişiminin çok önemli olduğunu Christophe Picard değerli eseri *L' océan Atlantique musulman*'da[3] göstermektedir. Bununla birlikte, bu çalışmalarda genel olarak Araplar ve Müslümanlar tarafından, anılan büyük su havzalarında yapılan deniz seyrüseferinin, bu seferlerde kullanılan tekniklerin değil de, tarihi yönünün söz konusu edildiğini belirtmek gerekir. Bu yüzden biz halihazırda Müslümanların Akdeniz'deki ve Atlantik'teki deniz seyrüseferi tekniği hakkında hemen hemen hiçbir şey bilmemekteyiz. Buna karşılık, Hint Okyanusu bağlamında daha 19. yüzyılda başlamış olan özel bir araştırma sayesinde gerçekten iyi geliştirilmiş bir denizcilik biliminin varlığını tanımaktayız. *Geschichte des arabischen Schrifttums* adlı kitabımın *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland*[4] başlıklı 11. cildinde bu denizciliği ve onun Portekizlerin denizcilik bilgilerine olan etkisini ortaya koymaya çalıştı. Bundan, burada sadece birkaç nokta sunulacaktır.

Biz kesinliğe çok yakın bir olasılıkla, Hint Okyanusu'nun batı ve doğu kıyıları sakinleri arasında deniz üzerinden olan bağlantının uzunca bir süre kıyı çizgileri boyunca gerçekleştiğini varsayabiliriz. Bununla birlikte herhangi bir zamandan itibaren kendilerinde açık denizde daha büyük mesafeleri katetme cesaretini hissetmiş olmaları lazım. Ne zamandan itibaren, nasıl ve hangi denizcilerle bunun gerçekleşmiş olduğunu bilmiyoruz. Arapça kaynaklar, denizde yön bulmada bazı sabit yıldızların doğuş ve batışlarının, kutup yıldızının ve diğer başka dolay kutupsal yıldızların kullanıldığını tahmin ettirmektedir. Bu yön bulma sisteminin gelişimi sürecinde kutup yıldızının ve güney yıldızının yanı sıra, doğuş ve batış noktaları birbirlerine yaklaşık 11°15' lık mesafede bulunan 15 sabit yıldıza tutunmaya ve böylece ufuk dairesini 32'ye bölmeye götürmüştür.

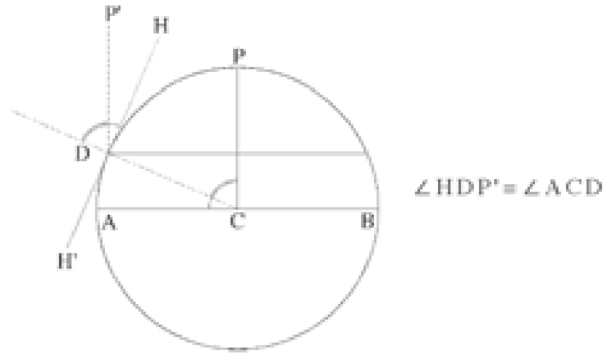


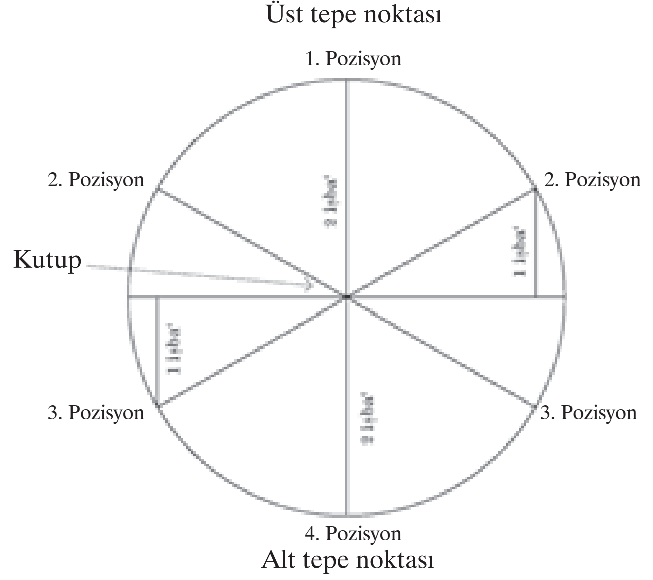
Ufuk dairesinin 32'lik bölümlenişi

Gelişimin nispeten yüksek bir seviyesinde, yeryüzünün astronomlar ve matematiksel yönelimli coğrafyacılar tarafından ekvatordan hareketle kuzeye ve güneye doğru beher 90° ye ve boylamda 360° ye bölümlendiği bilgisi yaygınlaşmış olmalıdır. Böylece açık denizde, o zamana dek sadece ana hatlarıyla geçen zaman ve buna dayanarak sahilden hareket edişten itibaren katedilen mesafeler aracılığıyla tahmin edilen bir konum belirleme arzusu doğmuş olabilir. Bu bağlamda, eski Yunanların da malumu olan, yer yüzündeki

[1] Literatür için bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 5 ff.
[2] Literatür için bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 10, s. 546-547, illaveten/ayrıca bkz. Hourani, George Fadlo: *Arab seafaring in the Indian Ocean in ancient and early medieval times*, Princeton 1951.
[3] *L'océan Atlantique musulman. De la conquête arabe à l' époque almohade*, Paris 1997; bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 11-12.
[4] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 159-319.

(HDP' açısı) bir yerin (D) kutup yüksekliğinin (P) kendi enlem derecesine (ACD açısı) eşit olduğu[5] astronomi bilgisine ulaşılmış olmalıdır:

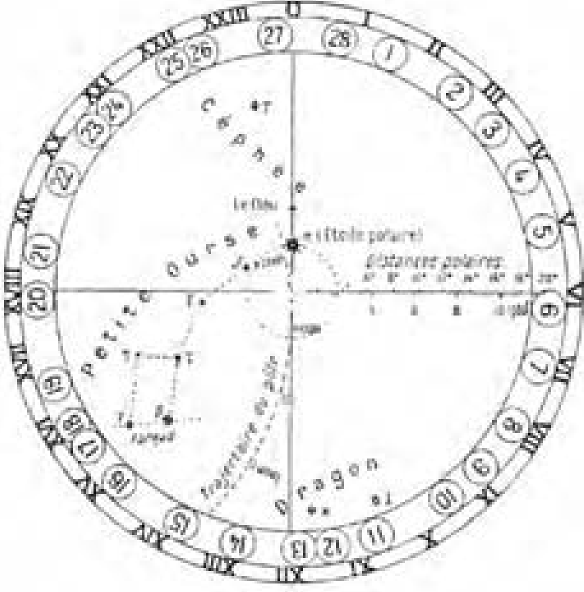




Hint Okyanusu denizcileri ya bizzat kendi tecrübeleri yoluyla, ya da muhtemelen Arap astronomlardan öğrenmişlerdir ki, kutup, soyut nokta olarak kutup yıldızıyla düşümdeşmemekte, bilakis kutup yıldızı günde bir kez kutbun çevresinde zamanla değişen 3°25' lık yarıçaplı başka bir (gerçekte olmayan) daireyi tanımlamaktadır[6] ve kutup yüksekliğinin ölçümünde kutup yıldızının dönüş esnasında değişen yüksekliğinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu, kutup yıldızının gözlemlenen yüksekliğinin gök kutbunun yüksekliğine bizzat taşınması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu noktada Arap astronomların 3./9. yüzyıldan beri bilinen yöntemleri onların emrine amadeydi. Bu yöntem, dolay kutupsal yıldızların üst ve alt evc yükseklikleri arasındaki derece farkının yarıya bölünmesiyle bu yıldızların gök kutbundan gerçek uzaklıklarının hesaplanmasıdır[7]. «Bir astronom bu problemi daha çok, meridyende bulunan dolay kutupsal yıldızın konumuyla onun en düşük noktadan itibaren geride bıraktığı yükselme anı arasındaki saat açısını veya bir dolay kutupsal yıldızın öğlen çizgisine olan konumunu özellikle gözlemleme ve ölçme yoluyla çözerken[8], bunun aksine denizci gökyüzündeki diğer sabit noktaları gözlemleyerek bu problemin üstesinden başarıyla gelmiştir. Burada o zamanki astronomik görüşe göre Küçük Ayı takım yıldızındaki α kutup yıldızıyla bağlı olan her iki β ve γ yıldızlarının yardımına başvurulmuştur.

el-Farḳadān olarak adlandırılan bu iki yıldız önceden bilinen mesafeleri ve birlikte değişen, yatay ve dikey çizgiler oluşturan konumları aracılığıyla gök kutbunun konumunu berlirlemeyi mümkün kılmaktadır. Hint Okyanusu denizcileri gök kutbunun konumunun sağlıklı ölçümünün kontrolü ve tespitini kolaylaştırmak için 28 ay konağının (*menāzil el-ḳamer*) belirli yükselme ve alçalma zamanlarından diğer bir yardımcı araç olarak istifade etmişlerdir. Belirli ay konaklarının yükselmeleri, Küçük Ayı'nın her iki β ve γ yıldızlarının bilinen pozisyonlarını doğrulayıp doğrulamadığını bilmeyi sağlıyor. O pozisyonların göğün görünüşteki günlük dönüşleri zarfında ne vakit saptanabileceği hususunda bir zaman bildirim işini görüyorlardı. Zira ekliptikteki Ay konakları, göğün görünürdeki günlük dönüşünü birlikte yapıyor.»

[5] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 188.
[6] a.e., Cilt 11, s. 188-189.
[7] a.e., Cilt 11, s. 191-192.
[8] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 169.



Bizim eklediğimiz şekilde «12. ay konağı... alçalma konumundadır. Onun "gözetleyicisi", 26. ay konağı..., 180° de onun karşısında yükselme konumunda bulunmaktadır. Bu durumda kutup yıldızı yörüngesinin en yüksek noktasına ulaşmaktadır. Buna karşın 26. ay konağının yükselişi ve 12. ay konağının alçalışı kutup yıldızının kendi en düşük yükseklik noktasında bulunduğuna işaret etmektedir.»[9]

Kuzey Kutbu'nun konumunun gerçek yerini belirleme işi denizciye, sadece kutup yüksekliğinin ve böylece açık denizdeki enlemsel konumun tam bir ölçümünü yapmayı değil, ayrıca boylamsal seyrüsefer esnasında katedilen mesafelerin dereceler halinde bulunmasını da sağlıyordu.

Bu, Hint Okyanusu'nun her yöne doğru emniyetli bir şekilde geçilmesini ve denizde oldukça kesin bir konum belirlemeyi olanaklı kılan ögelerden yalnızca bir tanesidir. Elbette bulutlu bir gökyüzü altında yıldızlara veya güneşe göre rota belirleme mümkün değildi. Bu durumda başka bir yardımcı araca ihtiyaç vardı. Bu da pusulaydı. Arapça kaynaklarımız, pusulanın daha 4./10. yüzyılda, hatta belki de 3./9. yüzyılda Hint Okyanusu Arap denizcileri tarafından bilindiği tahminine izin vermektedirler. Büyük bir ihtimalle yön bulma aracı olarak manyetik ibrenin bilgisi Hint Okyanusu'na Çin'den ulaşmıştı. Pusulanın 10./16. yüzyıldan daha önce, belki de henüz 8./14. veya 7./13. yüzyılda Hint Okyanusu'ndaki denizcilere sadece yön bulma yardımı olarak hizmet etmekle kalmayıp, aynı zamanda açık denizde mesafeleri belirlemek ve harita materyallerini düzenlemek ve tashih etmek için kullanılmış olduğunu kesin olarak varsayabiliriz. Coğrafya ve Hint Okyanusu denizciliği ile uğraşımız esnasında, bu bölgenin kartografik tasvirinin ve bunun için gerekli olan enlem ve boylam dereceleri çalışmalarının daha 9./15. yüzyılda yüksek bir seviyeye ulaşmış olduğu kanaatine varmış bulunuyoruz. Bu, açık denizde boylamsal konum belirleme problemi tartışmasına götürmektedir, bununla biz Arap-İslam denizciliğinin temel bir başarısıyla karşı karşıya geliyoruz.

Wilhelm Tomaschel 19. yüzyılın sonuna doğru o zamanlar bilinen sınırlı ikinciel materyale dayanarak, Hint Okyanusu'nun 15 parçaharitasını çizebilecek kadar mesafe uzunluklarına ve yönlere ilişkin çok sayıda veriyi bir araya getirebildiği zaman, uzman dünyayı hayrete düşürmüştü. Bununla birlikte ona göre bu veriler sadece «binlerce kez tekrarlanan denemelerle» kazanılmış olmalıydılar[10]. Bu temel Arap denizcilik bilimi problemi, ancak alanın özel eserlerinin, isim verecek olursak Süleymān el-Mehrī (erken 10./16. yüzyıl)'nin eserlerinin bulunmaları ve esaslıca değerlendirilmelerinden sonra çözülebilmiştir.

Matthias Schramm'ın[11] mükemmel araştırmasına ve *Geschichte des arabischen Schrifttums*'da[12] konunun ayrıntılı bir biçimde işlenişine işaret etmekle yetinilerek, burada denizde katedilen yolların ölçümü aracılığıyla üç uzaklık türünün bulunmasına hizmet eden Arap denizciliği yöntemleri sunulacaktır, ölçümler Arap miline göre yapılmıştır (1 *mīl* ≈ 1972 m):

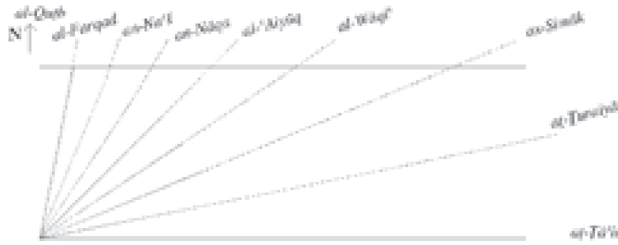
[9] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 189-190.

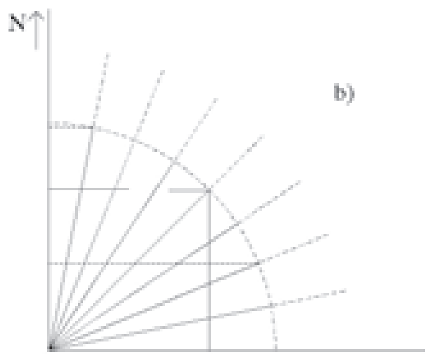
[10] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 198.

[11] *Verfahren arabischer Nautiker zur Messung von Distanzen im Indischen Ozean*, in: Zeitschrift für Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften (Frankfurt) 13/1999-2000/1-55.

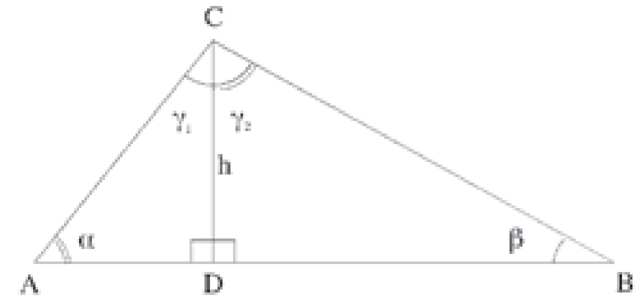
[12] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 198ff.

1. Bir geminin kuzey-güney yönünde veya tam tersi yönde bir boylam çizgisine paralel olarak kaydettiği boylamsal uzaklıklar, denizcinin kıyıdan hareket ederken başlangıç yerinin kutup yüksekliğini bulması ve gerektiğinde tam kuzey veya güney istikametindeki seferinde daha sonra ulaşılan yerin kutup yüksekliğini tekrar ölçmesi suretiyle sağlanır. Her iki ölçüm arasındaki uzaklık, katedilen yolu dereceler halinde verir.
2. Boylama eğik uzaklıkların ölçülmesi. Burada da denizci ilk olarak kalkış yerinin kutup yüksekliğini bulur. Belirli bir yolun tayin edilmiş rotaya bağlı kalarak (ya 32 bölümlü pusula diskinin yön gösteren noktasına göre ya da bilinen 15 yıldızdan birinin buna uygun yükselme veya alçalma noktasına göre) kat edilmesinden sonra tekrar kutup yüksekliğini bulur. Elde edilen her iki kutup yüksekliği ile kalkışta tayin edilen rota, navigatöre bir dik açılı üçgenin bir kenarıyla komşu açılarından birini verir. Bu üçgenin trigonometrik olarak hesaplanacak hipotenüsü, aranan mesafedir.
3. Okyanus sularının karşılıklı kıyılarında aynı coğrafi enlemde bulunan iki yer arasındaki uzaklıkların bulunması. Burada söz konusu olan, ekvatora paralel uzaklıklardır. Boylam derece farklarının bulunması anlamındaki bu tür uzaklık ölçümünde, problem bir zincirleme üçgenleri metoduyla (triangulation) çözülür. Sahilden hareket etme esnasındaki kutup yüksekliğinin tam olarak tespitinden sonra tayin edilen ve rotada aynı tutulan bir açıyla meridyene eğik olarak belirli bir noktaya ulaşılana kadar yol alınır, bu noktada da tekrar kutup yüksekliği ölçülür. Oradan, belirli bir açı rotasıyla ters yönde, kalkış esnasında kaydedilmiş olan kutup yüksekliğine tekrar ulaşıncaya kadar yol alınır. Uyulan rota açılarıyla ve bulunan kutup yüksekliği farkıyla denizci, bulunan kutup yüksekliği farkından ibaret ortak kenar iki adet dik açılı üçgen taslağını sağlar.
Denizci bu zincirlem üçgen işini istediği kadar sürdürebilmek olanağına sahipti. Hint Okyanusu denizcilerinde, uzaklıkları *zām* olarak adlandırılan ve dönüştürüldüğünde 23.851 metre veya 4.77 yeni Portekiz *leguas*'ına[13] denk düşen bir boylam ölçüsüne göre vermenin teamül haline geldiği de ayrıca eklenmelidir. Bu uzunluk ölçüsü, Arapça kaynaklarımızın bildirdiğine göre, bir gün ve bir gece içerisinde gemi ile alınabilen yolun sekizde





Uzaklıkların boylama eğik olarak hesaplanması
a) Ufuk çemberinin yön gösteren noktaları,
b) Karenin hesaplanması.



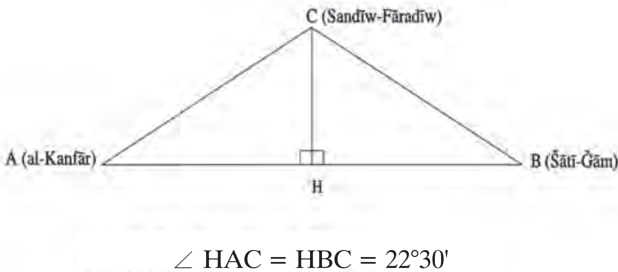
$\overline{AC}$ = Birinci rota
$\overline{CD}$ = Kutup yüksekliği farkı
$\overline{CB}$ = İkinci rota
$\overline{AB}$ = Ölçülecek yol

[13] *Die topographischen Capitel des indischen Seespiegels Moḥîṭ*. W. Tomaschek'in bir girişiyle M. Bittner tarafından çevrilmiştir, Viyana 1897, s. 22 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 16, Frankfurt 1992, s. 156).

biridir, yani üç saatlik bir seyir yoludur[14]. Bundan, gemilerin Hint Okyanusu'nda günlük yaklaşık 190 km. lik bir yol katedebildikleri (yani hemen hemen 5 deniz mili ortalama hız) ve Doğu Afrika ile Sumatra arası ekvator boyunca (yaklaşık 57° = 6330 km) seyrüsefer için aşağı yukarı 32 güne gereksinim duydukları sonucunu çıkarabiliriz.

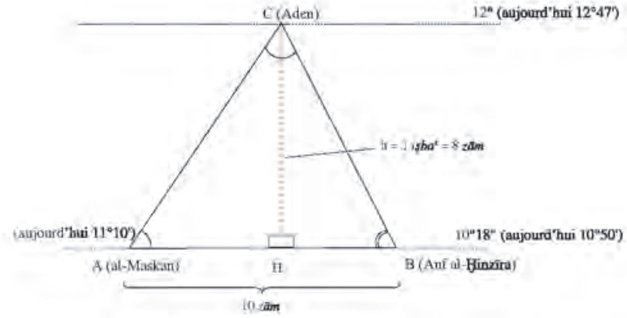
Bu kısa özetin anlaşılması için ayrıca, Hint Okyanusu denizcileri tarafından kullanılan kavis ölçüsü, *iṣbaᶜ* (kelime anlamı «baş parmak genişliği»), de dile getirilmelidir. Pratik yararı yadsınamaz bu ölçü belki de daha Arap astronomisi tanınmadan önce, hatta Arap denizcilerin Hint Okyanusu'nda ortaya çıkmalarından daha önce biliniyordu. Bir *iṣbaᶜ* 224° veya 210° ye bölümlenmiş bir dairenin bir parçasıdır. İlk bölümlemeye göre bir *iṣbaᶜ* 1°36'26", ikincisine göre 1°42'51" dir[15].

Giriş mahiyetindeki bu açıklamalardan sonra, ekvatora paralel bulunan yolların mesafelerini açık denizde ölçme yöntemini daha açık olarak göz önünde canlandırmak için Hint Okyanusu Arap denizcilik biliminin iki klasik örneği sunulacaktır. Birinci örnekte «verilen enlemleriyle (iki kere 11 *iṣbaᶜ* = 22°18' ve bir kere $11^1/_2$ *iṣbaᶜ* = 23°09') ikiz kenar bir üçgen oluşturan Bengal körfezinden üç yer sözkonusudur. Her iki (aynı) temel açının büyüklüğü, yerlerin, pusula gülünün birbirine yöndeş 11. veya 23. yön gösterme çizgisine göre 22°30' ye ulaşan bir sabit yıldızın yükselme ve alçalma noktasına olan konumuna göre veriliyor»:



∠ HAC = HBC = 22°30'

İkinci örnek Arap Denizi ile ilgilidir. Şöyle: «İki rota bulunmaktadır, [bir tanesi] Aden [Kutup Yıldızının alt alçalış noktasına doğru 5 *iṣbaᶜ* = 12°] ile 4 *iṣbaᶜ* lı [= 10°18'] Enf el-Ḫınzīra arasında Süheyl'in [Canopus, α Argus] yükselişinde ve [diğeri] Aden ile el-Mesken, aynı şekilde 4 *iṣbaᶜ* lı, *Ḥimārān*'ın (iki eşek, α ve β Centauri) alçalmasında. Her iki yer arasasındaki [Enf el-Ḫınzīra ve el-Mesken] bulunan distans 10 *zām*'dir.



∠ CAB = 56°15'
(Pusula gülünün 20. yön gösterme parçasına göre).
∠ ABC = 67°30'
(Pusula gülünün 15. yön gösterme parçasına göre).
∠ ACB = 56°15' = ∠ CAB

Enlem derecelerinin günümüz değerlerinden sapmalarına rağmen bulunan 10 *zām* = 283,56 km.lik uzaklık günümüz haritasının (45°50' - 43°37'=) 2°13' lık değerine hemen hemen tekabül etmektedir.»[16]

Arap denizciler «bizim için, kitaplarının ilgili bölümlerinde Hint Okyanusu'ndaki küçük ve büyük uzaklıklar için oldukça uzun çizelgeleri itinayla muhafaza etmişlerdir. Verdikleri veriler bugünkü değerlerle mukayese edildiklerinde büyük çoğunluğu çok iyi, bir kısmı nispeten iyi, az sefer yapılan bölgelere ilişkin olan bir kısmı da hatalı olarak görünmektedir. Ama bir bütün olarak, enlem dereceleriyle ve verilen yönlerle birlikte, Hint Okyanusu'nun gerçekliğe şaşırtıcı ölçüde yaklaşan bir matematiksel kavranışına

[14] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 201.
[15] a.e., Cilt 11, s. 194.
[16] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 211-213.

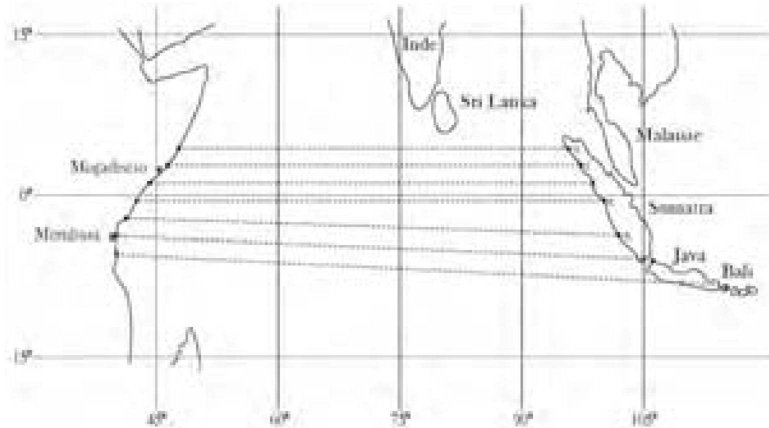
tanıklık etmektedirler... Arap-İslam dünyasında Hint Okyanusu'nun konfigürasyonunun matematiksel olarak kavranılmasının ne derece gelişmiş olduğu ve denizcilerin uzaklık ölçümlerinde ne denli başarılı işlem yaptıkları sorusuna ilişkin Süleymān el-Mehrī *Minhāc el-Fāḫir* isimli eserinin dördüncü bölümünde bize net bilgi vermektedir. Orada, yalnızca Afrika'nın doğu kıyısı ile Sumatra-Java arasındaki uzaklıklara ayrılmış bir bölümde, Hint Okyanusu'nun aynı coğrafi boylamlar üzerinde bulunan burunları, körfezleri, adaları ve limanları arasındaki 60 uzaklığı kaydetmektedir. 60 yıldan daha önce G. Ferrand Doğu Afrika kıyısı ile Java-Sumatra arasındaki (okyanus ötesi) uzaklıklara dair Süleymān el-Mehrī tarafından verilen materyalin önemine dikkat çekmiştir. Maalesef onun bu işareti coğrafya ve kartografi tarihçileri tarafından, H. Grosset-Grange müstesna, gördüğüm kadarıyla dikkate alınmamış olarak kalmıştır.»[17]

«Süleymān el-Mehrī'nin bu çizelgesinin coğrafya tarihi bakımından olağan üstü büyüklükteki önemi kesinlikle sadece G. Ferrand'ın işaret ettiği husustan ibaret değildir. Bu çizelge, verileri ancak bugünkü koordinatlarla kıyaslandığında önem kazanır. Yapılacak mukayese, eski isimlerin modern atlasta kaşılığının bulunmaması nedeniyle kesinlikle değer kaybetmez. Yer isimleri olmaksızın da mukayesemizi yapabiliriz, çünkü el-Mehrī Afrika ve Sumatra-Java kıyılarının karşıt noktalarında yöndeş enlem dereceleri arasındaki uzaklıkları kaydetmiştir. *Zām*'ın Süleymān el-Mehrī tarafından verilen miktarları derecelere dönüştürecek olursak aşağıdaki çizelgede verilen değerlere ulaşırız:[18]

			el-Mehrī			Bugünkü Değerler					
	Afrika Kıyısındaki Yer	Sumatra/Java kıyısındaki yer	B	Zām halinde Uzaklık	Dereceler halinde Uzaklık	B	L	B	L	Dereceler halinde Uzaklık	Sapmalar
1	Muḳbil'den Atoll (Mareek?)	Mākūfānc (Meulaboh)	4°24'	234	50°09'	3°46'	47°15'	4°10'	96°09'	48°54'	+1°15'
2	Murūtī	Fanṣūr (Barus)	2°47'	248	53°09'	(2°47')	46°21'	2' 02'	98°20'	51°59'	+1°10'
3	Barāva	Priaman	1°10'	264	56°34'	1°02'	44°02'	s 36'	100°	55°58'	+0°36'
4	Malavān (İmāme)	Indrapura	s O°30'	278	59°34'	s 0°03'	42°44'	s 2°02'	100°56'	58°12'	+1°22'
5	Kitāva (Pale Adası)	Sundabari (Sillebar)	s 2°07'	292	62°34'	s 2°04'	41°05'	s 4°10'	102°20'	61°15'	+1°19'
6	Mombasa	Sunda (Şūnda)	s 3°44'	306	65°34'	s 4°04'	39°40'	s 6°	106°	66°20	-1°14'
7	el-Cezīre el-Ḫaḍrā᾽ (Pemba)	Bali	s 5°21'	317	67°56'	(5°21')	39°44'	s 8°	115°	75°16'	-7°20'

Süleymān el-Mehrī'ye göre doğu ile Afrika, Java/Sumatra'nın batı kıyılarındaki bazı yöndeş enlem dereceli yerlerin aralarındaki uzunlukluk farkları.

«el-Mehrī tarafından kaydedilen mesafe farklarının coğrafya, kartografi ve denizcilik bilimi tarihi bakımından önemini tam değerlendirebilmek için, onların günümüz ilgili değerlerinden ne kadar az saptıklarını göz önünde bulundurmalıyız (krş. aşağıdaki grafik).



(Süleymān el-Mehrī'ye göre ve modern haritalara göre Afrika ile Güneydoğu Asya arasındaki uzaklıklar) En aşırı sapma (-7°20') bugün bize çok büyük geliyor.

[17] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 213-214.
[18] a.e., Cilt 11, s. 215.

En aşırı sapma (-7°20') bugün bize çok büyük geliyor, ikinci büyük sapmalar da (1°22' ve 1°21') ilk bakışta daha iyi diğer değerlerin yüksek kalitesine halel getirmektedir. Bununla birlikte burada sözkonusu olan, yerleşimin yoğun olduğu bir bölgede ölçümler temelinde veya bir kıyı hattı boyunca yapılmış binlerce gemi seferine dayanan tecrübe değerleri yoluyla bunlara nasıl kesin bir biçimde ulaşılabildiği değildir, bilakis açık denizdeki yaklaşık 5500-8000 kilometre uzunluktaki mesafelerin, yani bir okyanusun iki tarafı arasındaki 50°-75° lik boylam farklarının değerleridir. Veriler, Hint Okyanusu'nu 4°24' kuzey 5°21' güney enlemleri arasında kaydetmektedir ve bize Hint Okyanusu'nun büyük bir bölümünün mutlak anlamda denizcilik bilimsel ve matematiksel olarak bulunan koordinatlarını vermektedirler. Rakamların tesadüfi sonuçlar sanılması kolay olamayacaktır, zira burada söz konusu olan, doğruluk dereceleri veya sapma payları ancak yüzlerce yıl sonra [modern haritalarla karşılaştırılınca] değerlendirilebilecek boylam farklarıdır. Bunların en genç temsilcileri, metodları hakkında bizi belirsizlik içinde bırakmamaktadırlar. Onlar ay tutulmaları temeline dayanan geleneksel astronomik boylam bulma metodlarını ve denizcilerin pratik ölçme yöntemlerini bilmekteydiler, bununla birlikte bu yöntemlere ve sonuçlarına güvenmemekteydiler. Onlar sadece, gemilerin rotalarından sorumlu denizciler değillerdi, bilakis İslam kültür çevresinde yürütülen astronomi, matematik vb. bilimlerin üstün liyakatli uzmanları olarak aynı zamanda kendilerine özgü bir üçgen zincirlemesi (triangulation) metoduna ulaşmışlardı. Bu metodda üçgenin iki kenarı bir yandan boylamsal olarak yeryüzü hedefleriyle, diğer yandan enlemsel olarak dolay kutupsal yıldızlarla ilişkilendirilmiştir. Ekvatora uzaklıklarını kutup yüksekliğinden ve yönlerini belirli sabit yıldızların bazılarına dayanarak bulabiliyorlardı (bunu zaman içerisinde ileri seviyede geliştirilmiş bir pusula aracılığıyla yapabilmişlerdir). Böylece üçgen zincirlemesi metoduna geçmek için gerekli koşullar oluşmuştu.»[19]

[19] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 216-218.

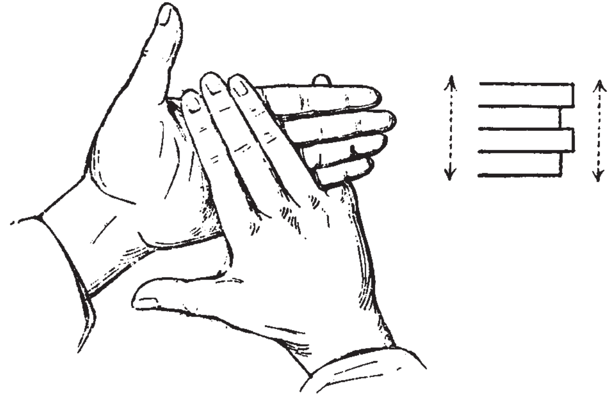
Hint Okyanusu'ndaki Arap denizciliğine ilişkin bu kısa açıklamalardan sonra bu denizcilik biliminin temsilcilerine ilişkin birkaç söz söylemek yerinde olacaktır. Arap denizciliği hakkında bu alanın en büyük iki temsilcisi 9./15. yüzyılın ilk yarısından İbn Mācid ve 10./16. yüzyılın ilk çeyreğinden Süleymān el-Mehrī'nin eserleri yoluyla bir şeyler öğrenmekteyiz. Modern araştırmalar ilkin, Osmanlı amirali Sīdī ᶜAlī (ö. 970/1562)'nin *Kitāb el-Muḥīṭ* isimli kitabında, onların eserlerinin önemleri hakkında 1834'den beri kısmen ulaşılabilir ve incelenmiş özetleri vasıtasıyla birşeyler sezmiştir. Muhafaza edilmiş orijinal kitapların bulunması, yayınlanması, kısmen çevrilmesi ve incelenmesi ancak 20. yüzyılda gerçekleşmiştir. Çok sık olmasa da öncülerinin çalışmaları hakkında da bu eserlerden bir şeyler öğrenmekteyiz. İbn Mācid 4./10. yüzyılda faaliyette bulunan ve henüz belirli bir sistematikle çalışmayan yazarlar olarak nitelendirdiği bir çok nautikçinin eserlerini anmaktadır[20]. İki büyük denizcinin yaşlısı olan İbn Mācid'e göre denizcilik bilimi «sadece yazılı geleneğe bağlı olmayan teorik ve empirik bir bilimdir, *ᶜilm ᶜaḳlī tecrībī lā naḳlī*. O, denizcileri üç gruba ayırmaktadır: İlk grup, basit deniz kılavuzlarıdır. Bunların yolculukları bazen iyi gider bazen de kötü; verdikleri cevaplar bazen doğrudur bazen de yanlış. Bu denizciler muᶜallim (üstad) nitelemesini hak etmezler. İkinci kategorinin orta seviyeli meᶜālime (üstadlar) olan mensupları, bilgilerinin büyüklüğü ve kapasiteleriyle tanınırlar. Onlar yeteneklidirler, gittikleri yerin rotalarına hâkimdirler, fakat öldükten sonra unutulmaya mahkumdurlar. Denizcilerin üçüncü grubu en yüksek mertebesini oluştururlar. Bu kalitedeki denizci çok meşhurdur, bütün deniz operasyonlarına hâkimdir ve aynı zamanda hem kendi zamanında hem de daha sonraları yararlanılan kitapları yazmış olan bir bilgindir. İbn Mācid ayrıca bir kaptanın seferinde uyması gereken kuralları ve kendisinden beklenen ahlaki prensipleri saptamaktadır .»[21]

«Süleymān el-Mehrī'ye göre denizcilik biliminin

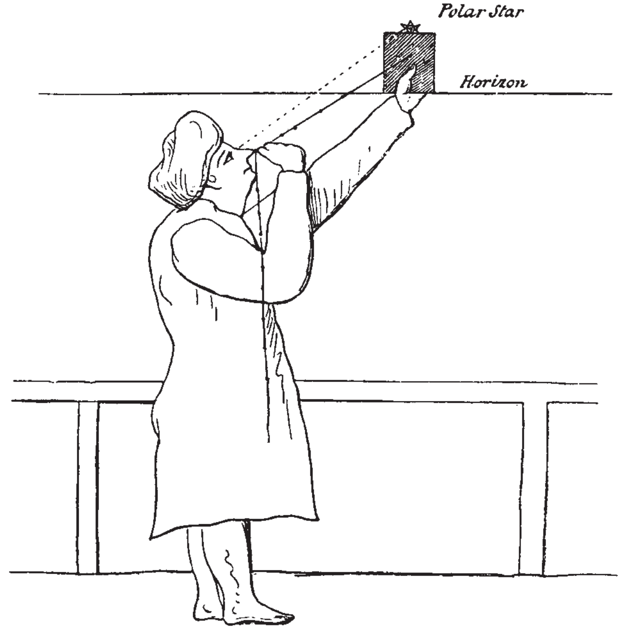
[20] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 179.
[21] a.e., Cilt 11, s. 177.

temeli (*aṣl* ᶜ*ilm el-baḥr*) teori (*naẓar el-*ᶜ*aḳl*) ve deney (*tecribe*)'den oluşmaktadır. Bunlar asıldır; tecrübe edilen ve teori ile örtüşen doğrudur ve güvenilirdir... Süleymān el-Mehrī'ye göre bu disiplin, temel prensipler takriben doğru kabul edilebilirken (*ma*ᶜ*a ṣıḥḥat ḳarīnet el-aṣl*), özellikle ayrıntılar bakımından gelişim yasasına tabidir (*ḳānūn et-tedrīc fī el-fer*ᶜ*iyyāt*). İbn Mācid, kendisinin bu disiplinde bir çok şey geliştirdiğinden, ama daha önceki çalışmalarında tashih edilmesi gereken şeyleri kağıda döktüğünden emindir.»[22]

Her iki denizci kendi kültür çevrelerinin birçok bilim dalına vakıftılar ve kendi özel disiplinleri için vazgeçilmez olan astronomiye bilhassa hakimdiler[23]. Usturlap ve kadran gibi astronomik yükseklik ölçümü ana aletlerini biliyorlardı ve gemilerinde bunlara sahiptiler, gerektiğinde bunlarla çalışmaktaydılar[24]. Bununla birlikte onların daha çok kullandıkları ve kendi amaçlarına daha uygun olan aletler Avrupa'da Yakup Sopası olarak ve özellikle Portekizli denizcilerde *balestilha* olarak tanınan alet ve pusula idi. Birinci alet, enlemleri kutup yüksekliğine göre bulmadaki pratikliği sayesinde Hint Okyanusu denizcileri için açık deniz seyrinde uygun bir aletti. Buna karşın usturlap yerlerin enlem ölçümü için daha çok karada kullanıma elverişliydi, sallanan bir geminin bordasında usturlap ile yapılan yükseklik ölçümlerinde 5° ila 6° ye kadar hatalar hesaba katılmalıydı. *İṣba*ᶜ (başparmak eni)'a göre düzenlenen alet, erken dönem Arap denizcilerinde *ḫaşabāt* (tahtalar) veya *ḥaṭabāt* (ağaç levhalar) adını taşımaktaydı. İbn Mācid'in verdiği bilgilere göre levhaların sayısı tercihen on iki idi ve bu levhalar büyük, küçük ve orta formattaydı. Daha sonraki yüzyıllarda bu alet *kemāl* diye adlandırılmıştır[25].



Bir *zübbān*'ın =4 *iṣba*ᶜ el parmaklarıyla belirlenmesi (Léopold de Saussure'e göre)



Geleneksel bir alet, Hint Okyanusu'nda enlem belirlemek için (H. Congreve'e göre)[26].

[22] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 178.
[23] a.e., Cilt 11, s. 180-181.
[24] a.e., Cilt 11, s. 225-227.
[25] a.e., Cilt 11, s. 230; de Saussure, Léopold: *Commentaire des Instructions nautiques de Ibn Mājid et Sulayman al-Mahrī*, in: Gabriel Ferrand, *Introduction à l' astronomie nautique arabe*, Paris 1928, s. 129-175, özellikle s. 162 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 21, Frankfurt 1992, s. 191-237, özellikle s. 224).

[26] Congreve, H.: *A Brief Notice on Some Contrivances Practiced by Native Mariners of the Coromandal Coast in Navigation, Sailing, and Repairing their Vessels*, in: Gabriel Ferrand, *Introduction à l' astronomie nautique arabe*, Paris 1928 (Tekrarbasım Frankfurt 1986), s. 26; Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 230.

Bu bağlamda, Portekizli tarihçi ve coğrafyacı João de Barros (1490-1570)'un *Asia* isimli eserinden Vasco da Gama'nın Gujerat'lı Müslüman denizci Malemo (*muᶜallim*, «üstad») Caná ile Afrika'nın güney doğu kıyısında buluşmasına ilişkin meşhur rivayeti alıntılıyorum. Bu rivayet Hint Okyanusu'nun derecelendirilmiş Arap haritalarının karakteri hakkında da bilgi vermektedir:

«Onlar arasında bir Arap da geldi, Guzarate doğumlu, Malemo Caná isimli. O, hem bizim adamlarımızla görüşmekten hoşlandığı için hem de onlara bir gemi kılavuzu arayan kralın beğenisini kazanmak için onlarla seyahat etmeye razı oldu. Vasco da Gama onunla görüştüğü zaman adamın bilgisinden, özellikle de Vasco da Gama'ya Hindistan'ın bütün kıyılarının bir haritasını gösterdiğinde oldukça memnun kaldı. Bu harita Arapların tarzına göre, yani rüzgar gülü çizgilerine yer vermeyerek çok küçük meridyenlere ve paralel dairelerine bölümlenmişti. Meridyenlerin ve paralel dairelerinin kareleri çok küçük olduğundan, kıyı kuzeyden güneye ve doğudan batıya her iki hatta çok kesin olarak verilmişti ve diğerlerine temel teşkil eden haritamızın alışılageldik pusulasının sayıca çoğaltılmış rüzgarlarını içermiyordu. Ve Vasco da Gama ona güneşin yüksekliğini belirlediği büyük ahşap usturlabı ve diğer metal usturlapları gösterdiğinde Arap bundan asla hayrete düşmedi, aksine, bazı dümencilerin (pilotların) Kızıl Deniz'de güneşin ve gemi seferinde gereksinim duydukları yıldızın yüksekliğini buldukları madenden üçgen aletler ve kadranlar kullandıklarını, ama kendisinin ve Cambaya ve bütün Hindistan denizcilerinin, gemi seferleri hem belirli yıldızlara göre, kuzeyden ve güneyden, hem de doğudan batıya doğru gök yüzünde yürüyen diğer büyük yıldızlara yöneltildiği için, uzaklıklarını benzer aletlerle değil de, kendisinin kullandığı başka bir aletle belirlediğini söyledi. Bu aleti de ona gösterdi ve alet üç levhadan oluşmaktaydı.»

«Ve biz coğrafyamızda denizcilik aletleri bölümünde aynı aletlerin formuna ve kullanımına değindiğimiz için burada şunu bilmek yeterlidir: Bu aletler onlara, bizde denizcilerin Yakup Sopası diye isimlendirdikleri bir aletin kullanıldığı yükseklik ölçme işine hizmet etmektedir. Aynı bölümde bu aletten ve de mucidinden bahsedilecektir.»[27]

Şimdi Hint Okyanus'undaki denizciliğin ikinci ana aletine, açık deniz denizciliğinin yukarıda bahsedilen (s. 37ff.) temel unsurlarından birisi olan pusulaya geliyorum. İbn Mācid ve Süleymān el-Mehrī'nin eserlerinin verdiği izlenime göre bu denizcilik en geç 9./15. yüzyılda ve muhtemelen daha erken bir dönemde pusula sistemi üzerine kurulmuştu. Pusula, sabit yıldızlara göre olan eski yön bulma sistemini ortadan kaldırmamış, aksine mükemmelleştirmiş ve genişletmişti. Eski sistemdeki ufuk düzleminin 32'ye bölümlenmesi burada korunmuş ve 360 dereceye bölümlemeyle tamamlanmıştır. Hint Okyanus'u denizcileri aynı zamanda rota açısını gösteren ufuk dairesinin 32 bölümlemeli kavislerini *ḫann* (çoğ. *aḫnān*) olarak isimlendirmişlerdir. Bu sözcükte Avrupa dillerinde değişik formlarda ortaya çıkan *rumb* teriminin kökenini bulmaktayız[28]. Pusula *ḥuḳḳa* (kutu) veya *beyt el-ibre* (iğne evi) olarak, bizzat iğne ise *ibre* veya *semeke* (balık) olarak isimlendirilmiştir[29]. Kesin olmayan bir ifadeden, en azından her iki büyük denizcinin manyetik iğnenin sapmasını bildikleri sonucunu çıkarabiliriz[30]. Bu varsayım şununla desteklenmektedir: Her iki nautikçinin eserlerini özetlemiş olan (bkz. s. 41) Osmanlı amirali Sīdī ᶜAlī (ö. 970/1562) özel bir güneş saati (*dāʾiret muᶜaddil en-nehār*, bkz. cilt II, s. 158ff.) üzerine yazdığı risalede sapma derecesini biliyor görünmekte ve İsyanbul için 7° olarak belirlemektedir bkz. cilt II, s. 159).

Arap denizciler bizi, pusulanın formlarından ziyade kullanım türleri hakkında bilgilendirmektedirler. Bununla beraber formlara ilişkin malumat

[27] J. de Barros, *Asia*, Década I, Liv. IV, Cap. VI (Ed. Lissabon 1946, s. 151-152); *Die Asia des…, in wortgetreuer Übertragung* von E. Feust, Nürnberg 1844 (Tekrarbasım: The Islamic World in Foreign Travel Accounts, Cilt 53, Frankfurt 1995) s. 130; krş. J.-T. Reinaud, *Géoraphie d'Aboulféda*, Cilt 1: *Introduction générale*, Paris 1848 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 277), s. 439-440; Nordenskiöld, A.E.: *Periplus*, Stockholm 1897, s. 147; Gabriel Ferrand, *Introduction à l' astronomie nautique arabe*, a.y., s. 192-194; Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 227-228.

[28] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 234.

[29] a.e., Cilt 11, s. 234.

[30] a.e., Cilt 11, s. 236.

boşluğu Porkekiz kaynakları tarafından büyük ölçüde doldurulmaktadır. Hint Okyanusu'nda kullanılan pusulaya ilişkin Portekizce rivayet Vasco da Gama'ya dayanmaktadır. Şaşırtıcı bir tarzda Vasco da Gama, orada «manyetik iğnenin Cenevizlilerin tarzına göre», kadranların ve deniz haritalarının yanında kullanıldığını anlatmaktadır[31]. İlerlemiş pusula tipinin Hint Okyanusu'ndan Avrupa'ya daha ilk Portekiz keşif seyahatinden önce ulaştığını çıkarsayabildiğimiz için bu bilgi bizce çok önemlidir. Böyle bir pusulayı Cenevizli Christoph Kolombus beraberinde taşımıştı[32]. Hint Okyanusu'nda kullanılan üç pusula tipinin en ayrıntılı tarifini Portekizli tarihçi Hieronimus Osorius (1506-1580) vermektedir. Hatta bizi bu pusulaların değişik gelişim basamakları hakkında da bilgilendirmektedir[33]. Verdiği bilgiler bize her üç tipin tam bir rekonstrüksiyonunu mümkün kılmıştır (bkz. s. 61 ff.). Üç pusulanın en gelişmişi Avrupa'da 19. yüzyıla kadar tedavülde kalmış olanıdır. Bu pusulanın ana karakteristiği şundan ibarettir: Daha sonra «kardano» olarak isimlendirilen tarzda asılı olan 32 bölümlük bütün pusula diski alt taraftan kendisini taşıyan manyetik iğne ile birlikte dönmektedir. İbn Mācid'in kendi başarısı olarak nitelendirdiği daha da geliştirilmiş olan ikinci tipte, manyetik iğne artık pusula diskini alt taraftan itibaren hareket ettirmemekte, bunun yerine pusula diski üzerinde bağımsız olarak oradaki pim ucunda dönmektedir[34] (bkz. s. 65).

Şimdi açık denizde seyrüseferin hala işlenmemiş bulunan üçüncü unsurundan, konum belirlemenin onsuz mümkün olamayacağı derece ağlı haritadan bahsedeceğiz. Bu sorunun *Geschichte des arabischen Schrifttums*'daki[35] ele alınışına işaret ederek ve argümanları burada tekrarlamaksızın orada elde edilmiş sonucu aktarıyorum. Hint Okyanusu çerçevesinde derece ağlı deniz haritalarının oldukça yüksek nitelikli bir tipi geliştirilmiştir. Bu tip yalnızca, bilinen matematiksel coğrafya ile çok büyük ölçüde geliştirilen astronomik denizcilik bilimi arasındaki yüzlerce yılı aşkın süren birleşimin eseri olarak anlaşılabilir. Sadece Arapça-Türkçe kaynakların verdiği bigiler değil, aynı zamanda Portekiz ve diğer Avrupalı denizcilerin tanıklıkları ve günümüze ulaşan harita materyalinin inecelenmesi bu izlenimi sağlamaktadır. Portekizler sadece bir yığın hayli gelişmiş kartografik materyali değil, aynı zamanda ilerlemiş bir astronomik denizcilik bilimini de önlerinde hazır buldular. Bundan da öte Portekizler verdikleri bilgilere göre, o uzak bölgelerden elde ettikleri haritalar sayesinde keşif seyahatlerine teşvik edilmiş ve cesaretlendirilmişlerdir. Eğer biz muhtemelen 1519-1520 yıllarından gelen, boylam ve enlem dereceleri skalaları eklenmiş bir Portekiz dünya haritasında (Jorge Reinel'e atfedilir) Afrikanın doğu kıyısı ile Sumatra'nın batı kıyısı arasındaki hattın ekvatorda 57° ye ulaştığını ve modern değerden (56°50') sadece 10' saptığını, ayrıca Arap denizci Süleymān el-Mehrī'nin değerinden sadece 20' uzak olduğunu tespit ediyorsak[36] en azından Hint Okyanusu bağlamında, sadece orada ve yüzlerce yıl süren yerinde yapılmış çalışmalara dayanarak oluşması mümkün bir modelin Portekiz harita yapımcısının emrine amade olması gerektiğini varsayabiliriz.



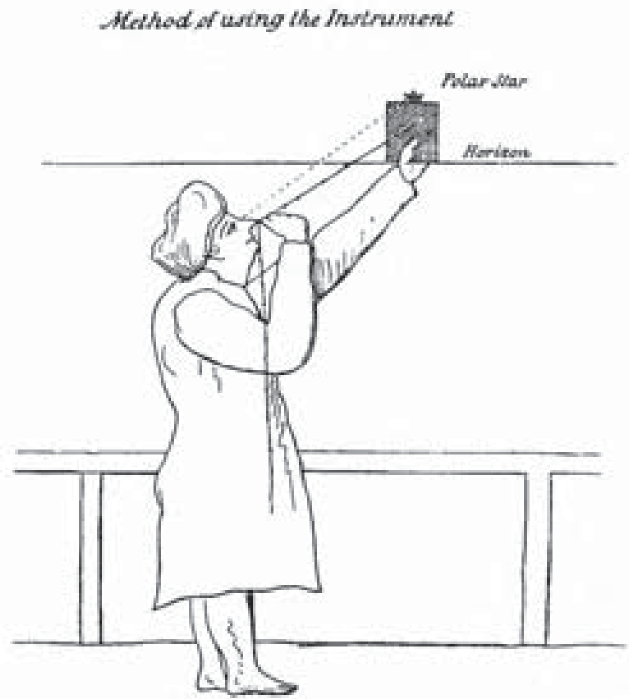
[31] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 307.
[32] a.e., Cilt 11, s. 252-253.
[33] a.e., Cilt 11, s. 253-256.
[34] a.e., Cilt 11, s. 261.
[35] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 265-268, 323-336.
[36] a.e., Cilt 11, s. 398-400.

Denizde Yükseklikleri Bulmaya Yarayan Ölçüm Aracı



Modelimiz:
Sert ağaç. Üç kare levha.
Düğümlü ipler
muntazam mesafelerde
(Envanter No: C 2.08)

Hint Okyanusu denizcilerinin, karada yükseklik ölçümü için astronomlara hizmet eden aletler sallanan gemilerin zemininde mahzurlu gördükleri, diğer rivayetlerin yanı sıra Portekiz tarihçi Joãa de Barros'un bir rivayetinden kaynaklanmaktadır. O, Vasco da Gama'nın ilk keşif seyahati esnasında Müslüman gemi kılavuzuna «güneşin yüksekliğini belirlediği büyük ahşap usturlabı ve diğer metal usturlapları» gösterdiğini söylemektedir. «Arap bundan asla hayrete düşmedi, aksine, bazı dümencilerin (pilotların) Kızıl Deniz'de güneşin ve gemi seferinde gereksinim duydukları yıldızın yüksekliğini buldukları maden üçgen aletler ve kadranlar kullandıklarını, fakat kendisinin, Cambaya ve bütün Hindistan denizcilerinin, gemi seferleri hem belirli yıldızlara göre, kuzeyden güneye, hem de gökyüzünde doğudan batıya doğru hareket eden diğer büyük yıldızlara göre yöneldiği için, uzaklıklarını [açılara göre] benzer aletlerle değil de, kendisinin kullandığı başka bir aletle belirlediğini söyledi. Bu aleti de ona gösterdi, alet üç levhadan oluşmaktaydı.»[1] Portekizlerce *balestilha* olarak bilinen bu alet Hint Okyanusu denizcilerinde ẖaṣabāt (tahtalar) veya *ḫaṭabāt* (ağaç levhalar) adını taşımaktaydı[2] (bkz. s. 42).

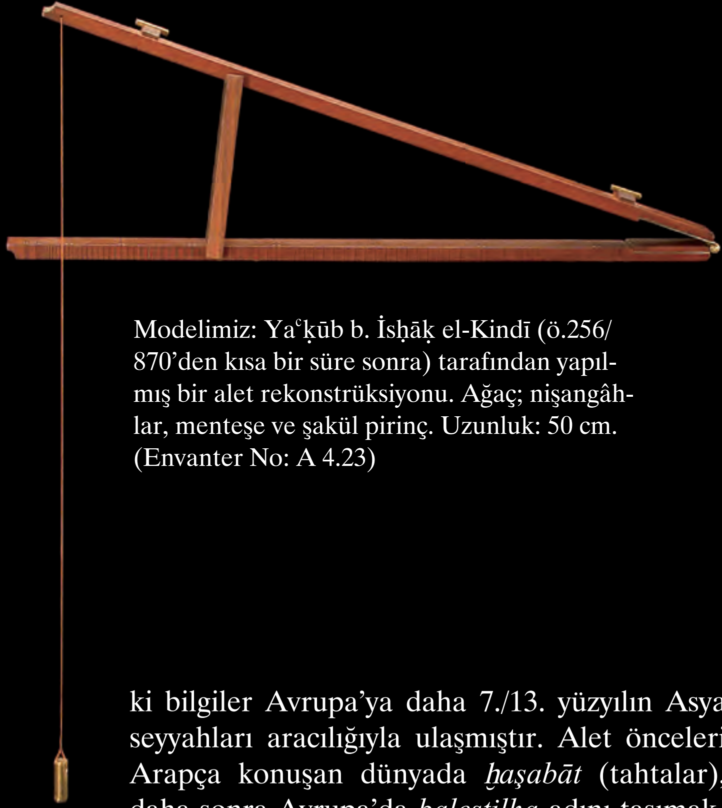


Aletin kullanımına ilişkin illustrasyon (H. Congreve'e göre, *A Brief Notice*, a.y., s. 230).

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 227.
[2] a.e., Cilt 11, s. 230.

Yakup Sopası

Astronomi tarihi ve Arap-İslam kültür çevresindeki denizcilik aletlerine ilişkin bugünkü bilgimize göre, Yakup Sopası'nın Levi ben Gerson'un veya Johannes Regiomontanus'un bir buluşu olduğuna ilişkin alışılageldik düşünce savunulamaz görünmektedir[1]. Yunanlardan etkilenmiş olarak Araplar daha 3./9. yüzyılda yıldızların yüksekliklerini belirlemek için diğer aletlerin yanında *zāt eş-şuᶜbeteyn* («iki bacaklı ») adlı bir aleti kullanmışlardır. Bu aletin, İslam dünyasında zamanla gittikçe gelişen usturlap ve yeni astronomik aletlerin icat edilmesiyle, yıldızların yüksekliğini karadan gözlemleme işinde geçerliliğini yitirdiği ve deniz seferi esnasında gemilerin sallanan güvertesinde kutup yüksekliklerini belirlemede daha büyük bir önem kazandığı tahmin edilebilir. Bu bağlamda, Regiomontanus'un 1472 yılında görünen büyük kuyruklu yıldızın çapını, skalası 210 kısma ayrılmış olan bir Yakup Sopası vasıtasıyla ölçmüş olduğunu görmek çok ilginçtir. Regiomontanus, Hint Okyanusu denizcilik biliminden tanıdığımız bu dairenin [360 derece yerine 210 a] bölümlemesini Portekiz keşif seyahatlerinden önce öğrenmiş görünüyor[2]. Anlaşılan o ki, Hint Okyanusu denizcilerinin tercih edilen bu aleti hakkındaki bilgiler Avrupa'ya daha 7./13. yüzyılın Asya seyyahları aracılığıyla ulaşmıştır. Alet önceleri Arapça konuşan dünyada *ḫaşabāt* (tahtalar), daha sonra Avrupa'da *balestilha* adını taşımaktaydı[3].



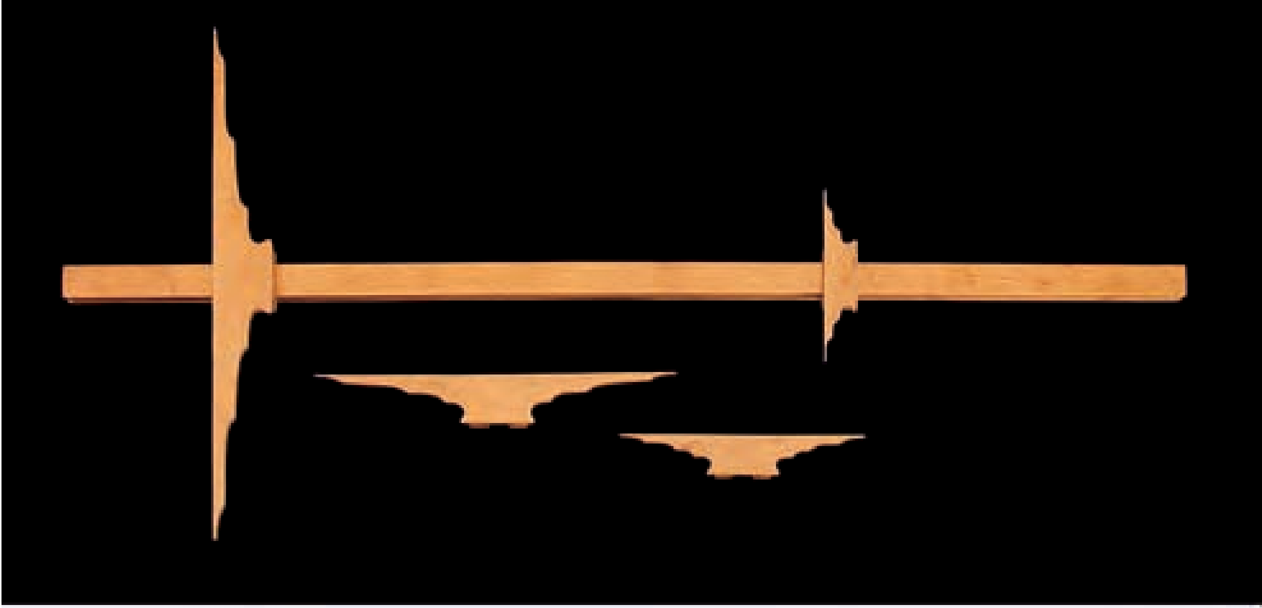
Modelimiz: Yaᶜḳūb b. İsḥāḳ el-Kindī (ö.256/870'den kısa bir süre sonra) tarafından yapılmış bir alet rekonstrüksiyonu. Ağaç; nişangâhlar, menteşe ve şakül pirinç. Uzunluk: 50 cm. (Envanter No: A 4.23)

«Bacaklar bir eksen çevresinde dönmektedir ve bunlar boyunca açı mesafeleri ölçülmek istenen iki nesne nişan alınır. Daha sonra bir ip aracılığıyla bacakların serbest uçları arasındaki mesafe, yani yarım açının çifte sinüsü ölçülür.»[4]

[1] Sorunun tartışması ve literatür için bkz. Sezgin, Fuat: *Ḳadiyyet İktişāf el-Āle er-Raṣadiyye «ᶜAṣā Yaᶜḳūb»*, in: Zeitschrift für Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften (Frankfurt) 2/1985/arab. Teil 7-30.

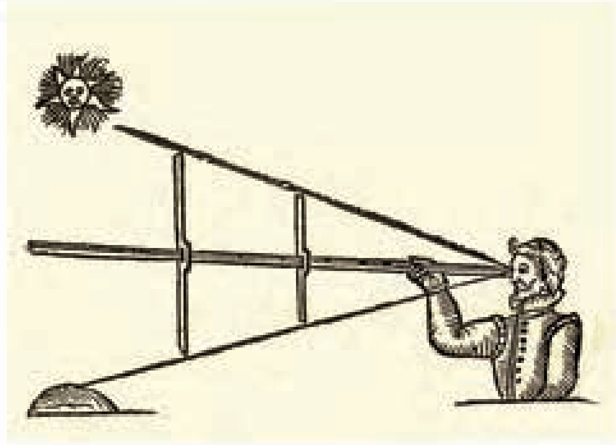
[3] Sezgin, F.: a.e., Cilt 12, s. 227-232, 302-306; aynı yazar *Ḳadiyyet İktişāf el-Āle er-Raṣadiyye «ᶜAṣā Yaᶜḳūb»*, a.y.

[4] Wiedemann, Eilhard (Th.W. Juynboll ile birlikte): *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument*, in: Acta orientalia (Leiden) 5/1926/81-167, özellikle s. 137-138 (Bu her iki çalışmanın Tekrarbasımı: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Cilt 2, s. 1117-1203, özellikle 1173-1174); E. Wiedemann: *Über eine astronomische Schrift von el-Kindî* (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften XXI.1), in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 42/1910/294-300 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 660-666).



Yakup Sopası

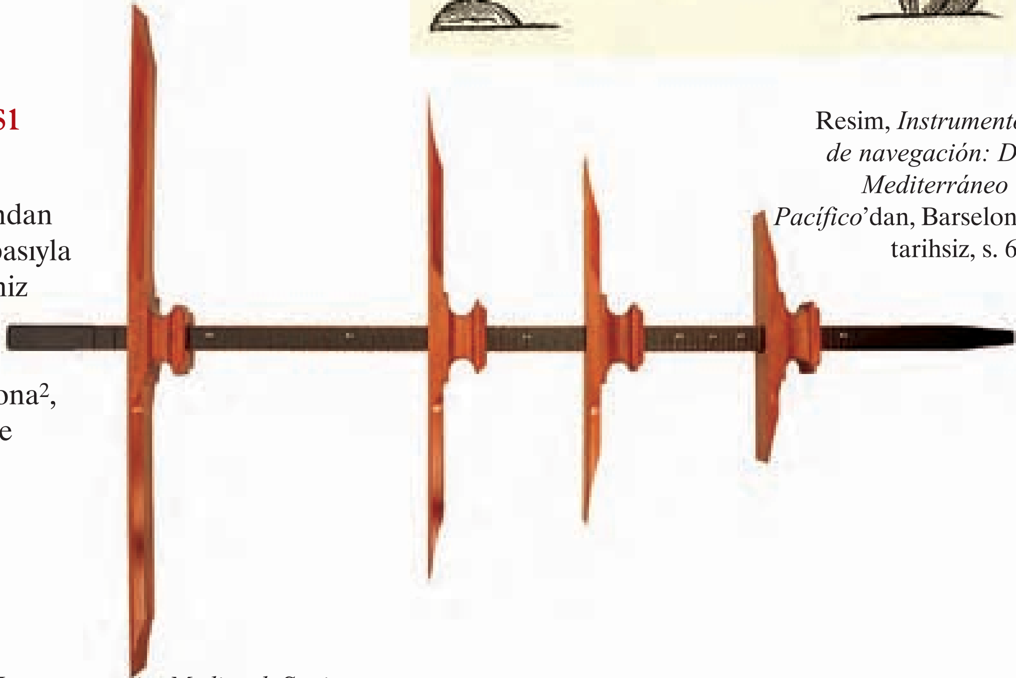
Modelimiz: Ahşap, uzunluk: 50 cm. Sopa üzerinde hareketli dört nişangâh cetveli. Sopa üzerinde derece bölümlemesi. (Envanter No: A 4.22)



Resim, *Instrumentos de navegación: Del Mediterráneo al Pacífico*'dan, Barselona, tarihsiz, s. 68.

Bir Diğer Yakup Sopası

Bu form erik ağacından bir çok bağlantı sopasıyla işaretlidir. Modelimiz Museo Naval'in, Madrid[1], ve Museu Marítim'de, Barselona[2], bulunan örneklerine dayanmaktadır.



Modelimiz: Sert ağaç, çentikli. Uzunlamasına sopa dört açı skalasıyla birlikte, uzunluk: 73 cm. Dört oynatılabilir nişangâh cetveli (48, 34, 26 ve 18 cm). (Envanter No: C 2.06)

[1] Bkz. *Astronomical Instruments in Medieval Spain*, Santa Cruz de la Palma 1985, s. 114-115.
[2] Bkz. *La navegació en els velers de la carrera d' Amèrica*, Barselona tarihsiz, no. 52.



Sert ağaç, uzunluk: 72 cm. Ayarlanabilir diopter-nişangâh her iki daire parçasında. Sabit duran çentikli nişangâh iki daire parçasının orta noktasında (Envanter No: C 2.07)

Davis Kadranı

Yakup Sopası ile yapılan gözlemin daha sonraki gelişiminde bağlantı sopasının (*backstaff*) en basit formuna göre olan John Davis (1607 civarı)'in karşılıklı bağlantı sopalı formu oldukça pratik görünmektedir. Bu form onun adına istinaden Davis Kadranı veya İngiliz Kadranı olarak isimlendirilmiştir.

Burada, Güneş arka tarafa alınarak ölçüm yapılır; ufuk büyük daire parçası üzerinden yapılan gözleme küçük daire parçası üzerindeki nişangâh deliğinden düşen güneş ışığına uygun gelecek şekilde ayarlanır. Daire parçaları üzerinde okunacak her iki açı verileri toplamıyla gözlemlenen Güneş'in yükseklik açısı elde edilir[1].

Modelimiz Museo Naval, Madrid[2], ve Museo Marítim, Barcelona[3] müzelerinde bulunan örneklerden esinlenmiştir.



Resim, A. Wakeley'den: *A Agulha de marear rectificada*, London 1762.

[1] Bkz. Schmidt, Fr.: *Geschichte der geodätischen Instrumente*, s. 347-348, Tafel XXII.

[2] Bkz. *Instrumentos de navegación: Del Mediterráneo al Pacífico*, Barselona tarihsiz, s. 92-93.

[3] Bkz. *La navegació en els velers de la carrera d'Amèrica*, a.y., no 53.



Vasco da Gama'nın
Deniz Usturlabı



Portekiz tarihçi João de Barros (1552)'un[1] verdiği bilgiye göre Vasco da Gama ilk keşif seyahatinde gemisinin güvertesinde ahşap bir usturlaba sahipti. Bu alet «bir vinç tarzında» üç ayak üzerinde asılıydı ve 3 *palmo* (= yaklaşık 66 cm)'luk bir çaptaydı.

Modelimiz:
Meşe, çap: 66 cm. Üç ayak çınar, yükseklik: 150 cm. Döndürülebilir açı cetveli diopter nişangâhla birlikte. Ön yüzde 90° lik iki skala bulunmaktadır ve yıl hâkkedilmiştir. (Envanter No: C 2.02).

[1] *Ásia*, Lissabon 1552, s. 280 (Dec. I, Livro IV, Cap. II, Ed. Lissabon 1846, s. 135), bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 285.



Modelimiz:
Pirinç, hâkkedilmiş. Çap: 18 cm. Döndürülebilir açı cetveli diopter nişangâhla birlikte. Yükseklik ölçümüne 90° lik iki skala hizmet etmekte, bir skala da saat açıları için hâkkedilmiş. Eduard Farré-Olivé tarafından yapılmıştır (Barselona) (Envanter No: C 2.04)

Dioga Ribeiro'nun Deniz Usturlabı

Bir diskten oluşan deniz usturlabını (*astrolabio náutico*) İspanya'nın hizmetinde bulunan haritacı Diogo Ribeiro 1525, 1527 ve 1529 tarihli haritalarının üzerinde resmetmiştir[1]. Bununla o muhtemelen İbn eṣ-Ṣaffār tarafından 420/1029 yılında Toledo'da yapılmış olan usturlabın (bkz. II, 95) geleneğindedir.



Çizim, D. Ribeiro, *Mapamundi* (1529).

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 298-299; krş. *Instrumentos de navegación: Del Mediterráneo al Pacífico*, Barselona tarihsiz, s. 57.



Deniz Usturlabı

16. yüzyıldan bir portekiz modeline dayanarak Martin Brunold (Abtwil, İsviçre) tarafından imal edilmiştir.

Modelimiz:
Pirinç, hâkkedilmiş. Çap: 20 cm.
Döndürülebilir açı cetveli diopter nişangâhla birlikte. Ön yüzde 90° lik iki skala bulunmaktadır ve 1555 tarihi hâkkedilmiştir.
(Envanter No: C 2.01).



Denizci Kadranı

Denizde konum belirlemeye yarayan bu kadranı da yine haritacı Diogo Ribeiro 1525, 1527 ve 1529 tarihli üç dünya haritası üzerinde resmetmiştir.

Modelimiz:
Pirinç, hâkkedilmiş. Yarıçap: 15 cm. Diopter nişangâh yan tarafta. Yükseklik ölçümü için skala, onun altında öğleden önce ve öğleden sonra saatleri için skala. 12 burç sembolünün projeksiyonu 90° lik açı göstergesi üzerinde. Eduard Farré-Olivé (Barselona) tarafından yapılmıştır. (Envanter No: C 2.05).

Basit Kum Saati

Deniz seferinde kullanıldığı şekliyle bir kum saatinin rekonstrüksiyonu. Yolculuk hızını belirlemeye yarayan kısa süreli parakete camları ve bir nöbet süresi içerisinde (1 cam yaklaşık 2 saat) boşalan saat camları bulunmaktaydı.



Ağız üfleme cam, ahşap ayaklık içerisinde. Yükseklik: 26 cm. (Envanter No: C 2.09)

Dörtlü Kum Saati

Denizcilik amaçları için zaman ölçümünün son derece kesin olması gerekliliğinden, bu tip kronometreler takım olarak yakın zamanlara kadar gemilerde bulundurulmuştur. Bu yolla hatalar tespit edilebiliyordu.



Ağız üfleme cam. Ahşap ayaklık. Yükseklik: 26 cm. (Envanter No: C 2.10)



Karavela

Modelimiz: Ahşap. Madeni parçalar ve çiviler pirinç. Gemi arması, hareketli donanım ispavli. Yelkensiz. Uzunluk: 50 cm. (Envanter No: C 3.02)

Karavela 9./15. yüzyılın en önemli gemi modellerinden birisidir. Muhtemelen Mağrib kıyı balıkçılığı deniz araçlarından ortaya çıkmıştır. "Latin" yelkenleri tarafından belirlenmiş olan yelken direği (2./9. yüzyıldan itibaren belgelenmiştir) rüzgarda seren direğinden daha kuvvetli manevra sağlar, – deniz seyrüsefer tarihinin önemli ilerlemelerinden birisi olarak – muhtemelen en azından Arapların aracılığıyla Batı Avrupa'ya ulaşmıştır[1].

[1] Krş. Landström, B.: *Segelschiffe*, Gütersloh 1970, s. 100f.; Tryckare, T. (Ed.): *Seefahrt*, Bielefeld 1963; Paris, P.: *Voile latine? Voile arabe? Voile mystérieuse*, in: Hespéris 36/1949/69-96.



Modelimiz: Ahşap. Madeni parçalar ve çiviler pirinç. Gemi arması ispavli. Yelkensiz. Uzunluk:143 cm. (Envanter No: C 3.02)

Dāv
(Dhau, Dau)

Umman. Hint Okyanusu'ndaki deniz ticareti için yüzlerce yıl belirleyici olan bu gemi tipi için diğer nitelikleri yanı sıra <Latin> direği ve teknenin dış taraflarının tahtalarının birbirlerine keten iplerle elastiki bağlantısı karakteristiktir.

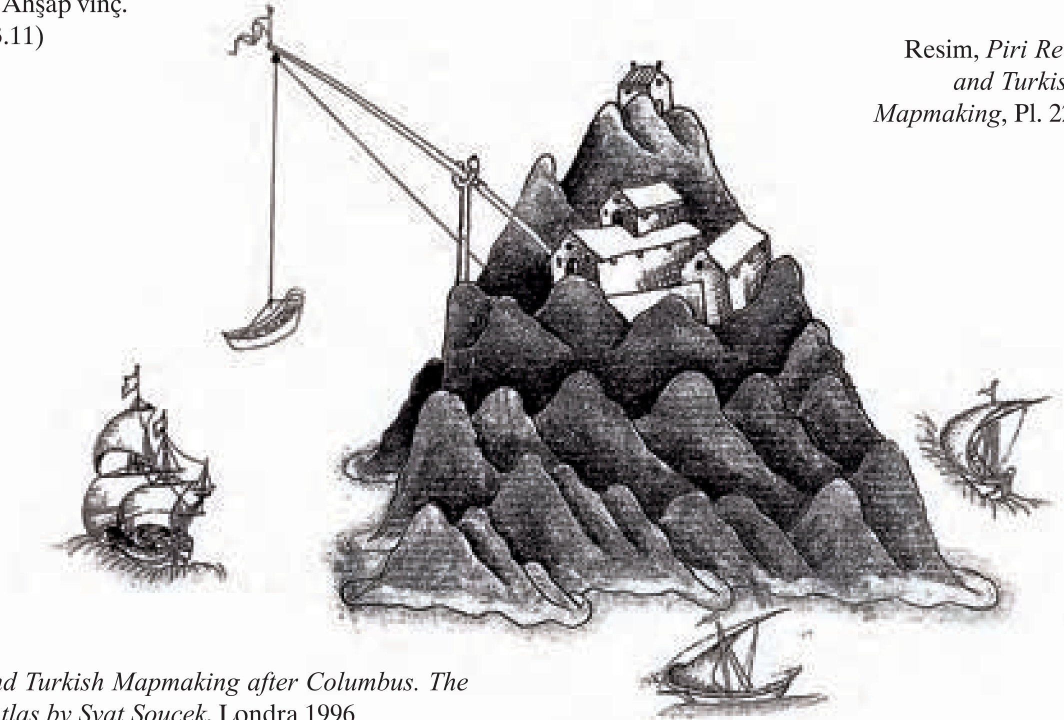
Umman Sultanlığı Diyanet ve Vakıf İşleri bakanı ʿAbdullāh b. Muḥammed es-Sālimī'nin hediyesidir.



Modelimiz: Yapay döküm taş. Yükseklik: 50 cm. Ahşap vinç. (Envanter No: C 3.11)

Bir Botu Kaldırmaya Yarayan Vinç

Modelimiz Türk amirali Pīrī Reʾīs (1525 civarı)'in atlasındaki bir tabloya dayanıyor. Marmara denizinde bulunan manastırlı bir ada gösteriliyor. Bu manastıra bir vinç yardımıyla bir bot kaldırılmaktadır[1].



Resim, *Piri Reis and Turkish Mapmaking*, Pl. 22.

[1] Bkz. *Piri Reis and Turkish Mapmaking after Columbus. The Khalili Portolan Atlas by Svat Soucek*, Londra 1996 (= Studies in the Khalili Collection, vol. 2), Plate 22.

PUSULALAR



Balık Pusula

Arap-İslam kültür çevresinde tanınmış geleneksel pusula iğnesi, büyük bir ihtimalle ya manyetikleştirilmiş bir balık formuna sahipti ya da manyetikleştirilmiş başka bir nesneden oluşuyordu. Bu, su ile doldurulmuş bir kaba konulduğunda kuzey-güney yönüne doğru yöneliyordu. Böyle bir pusulanın temel prensibi bu modelle göz önüne serilmektedir[1].

Pirinç hazne, altın yaldızlı.
Çap: 21 cm. Tahta balık manyetikleştirilmiş demir çekirdekli, uzunluk: 8 cm.
(Envanter No: C 1.01)

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 240ff.

el-Melik el-Eşref'in Yüzer Pusulası



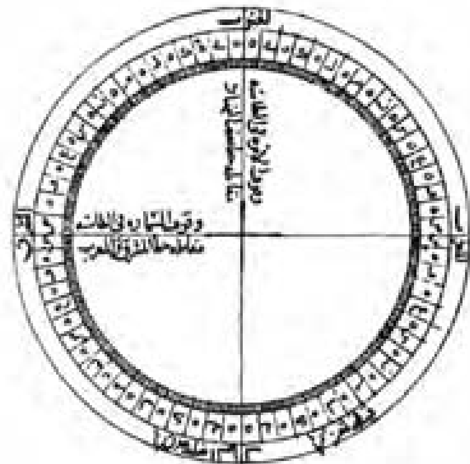
Hazne altın yaldızlı.
Çap: 16 cm. Skala: 360 derece. Demir gösterge: 9 cm, tahta şamandra altına dik açılıyla sabitlenmiştir.
(Envanter No: C 1.04)

Astronomi, tıp ve jenealoji ile uğraşmış olan (bkz. II, 105) Yemen Sultanı el-Melik el-Eşref (690/1291 civarında yazmıştır) tarafından bize bir pusula tarifi içeren risale ulaşmıştır. *Risālet eṭ-Ṭāse* olarak adlandırılmış bu eserde el-Eşref, oldukça yüksek bir gelişim basamağını gösteren bir yüzer pusula tarif etmektedir.

Manyetik iğne su dolu yuvarlak haznede hafif, balmumu veya zift ile emprenye edilmiş incir ağacından bir değnekçik tarafından, her ikiside ortalarında haç formunda birbirleriyle bağlanacak şekilde taşınmaktadır. Haznenin kenarı 4 x 90° ye bölümlenmekten başka bir de beşer derecelik çizgili taksimat taşıyor (toplam 72).

Bu şekilde donatılmış pusulasına el-Melik el-Eşref, usturlabın bir görevi olan azimut hesaplaması çözümünü de taşımıştır. Bunun aynısını Peregrinus (bkz. s. 60)'un iğne pusulasında tekrar bulacağız[1].

Bizim rekonstrüksiyonumuz yazarın tarifine ve çizimine dayanmaktadır.



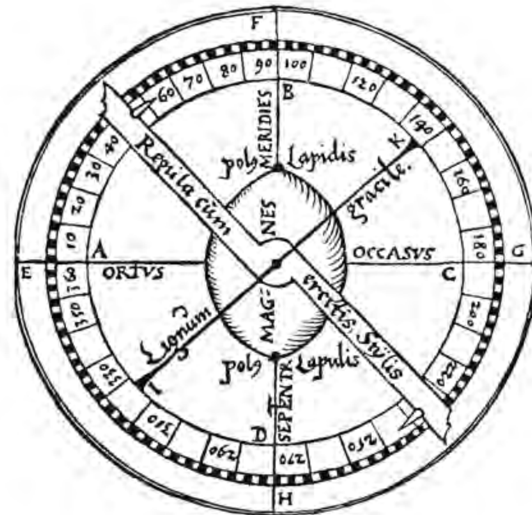
[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 247.

Peregrinus'un Yüzer Pusulası



Modelimiz:
Yuvarlak kutu
(mantar, akril, bakır),
çap: 15 cm. Açı cetveli gölge pimleriyle birlikte, döndürülebilir.
Skala: 4 x 90°.
(Envanter No: C 1.05)

Dostu Syger de Foucaucourt'a hitaben yazdığı bir mektubunda Fransız bilgin Petrus Peregrinus de Maricourt 1270 civarından iki pusula tipini tarif etmektedir. Dikkate değer olan, onun bu mektubu aşağı İtalya'da bulunan Friedrich'in Arapları iskan ettiği Lucera kenti önlerinde yazmış olmasıdır. Tarif ettiği iki pusula tipinden birisi «bir iğne yerine manyetik taş ile donatılmıştır. Bu taş yuvarlak olarak yontulmuş ve yuvarlak bir kutu içerisine su geçirmez olarak kapatılmıştır. Kutunun kapağına her biri 90 bölüm çizgili dört kadran taşıyan bir tahta disk birleştirilmektedir. Burada kuzey yönünü bulabilmek için kapak, üzerinde bir ipin meridyen yönünde gerili olduğu bir su kabına yatırılır. Taksimatlı disk tam olarak işaretlenir işaretlenmez, üzerine, dairenin merkez noktası çevresinde döndürülebilir olan ve her iki ucunda iki dik pim taşıyan bir gösterge yerleştirilir. Şimdi, kutu herhangi bir suya yatırılabilir ve latanın uçlarında bulunan çubukcuklar üzerinden yıldızın hali hazırdaki meridyen apmasını ve bununla birlikte gündüz veya gece vaktini öğrenebilmek için bir yıldız nişan alınır (örneğin güneşli bir günde bir pimin gölgesi gösterge boyunca düşecek şekilde).»[1]



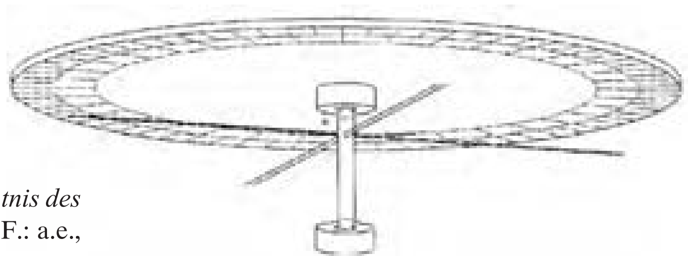
[1] Balmer, H.: *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, Aarau 1956, s. 61; krş. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 244-245.



Peregrinus'un İğne Pusulası

Petrus Peregrinus tarafından tarif edilen ikinci pusula bir manyetik iğneye sahiptir, «bu iğne dikey bir eksenin ortasındaki küçük bir deliğe sokulmuştur, eksen, zemin ile yuvarlak kutunun cam kapağı arasında kendi yatağında döner.»[1] Bu demektir ki, Peregrinus oldukça modern görünen, Arap-İslam kültür çevresinde en geç 15. yüzyıldan itibaren izleyebileceğimiz ve manyetik iğnenin sivri bir uçta oturduğu[2] yapım şeklini tanımamıştı. Bir hedef latası aracılığıyla Peregrinus, tıpkı el-Melik el-Eşref gibi (bkz. s. 58), usturlabın azimut hesaplaması ödevini pusulaya taşımıştır.

Modelimiz:
Ahşap silindir, ona uygun kesim, yazılı cam disk ile birlikte, çap: 10 cm. İğne haç şeklinde demirden, içeride iki pirinç tel arasına döndürğlebilir halde asılı. Hedef göstergesi gölge pimleriyle birlikte, diske döndürülebilir halde oturtulmuş.
(Envanter No: C 1.06)



[1] Balmer, H.: *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, Aarau 1956, s. 51; krş. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 242.
[2] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 242.



Modelimiz: Silindir sert ağaç, çap: 15 cm. Cam kapak bakır halka ile pekiştirilmiş. Manyetik demir iğne, pirinç mandrel üzerinde hareketli. (Envanter No: C 1.02)

Hint Okyanusu Denizcilerinin Dört Pusula Tipinden Biri

Portekizli tarihçi Hieronimus Osorius (1506-1580) şaşırtıcı bir kesinlikle, Portekizli denizcilerin Hint Okyanusu denizcileri ile karşılaşmaları esnasında tanıdıkları üç pusula tipini tarif etmektedir. Birinci tip çok modern gözüküyor. Bir mandrel üzerine oturtulmuş, bir cam kapaklı yuvarlak bir hazne içerisindeki iğneden oluşmaktadır. Osorius'un sözcükleriyle[1]: «Onlar deniz seferlerinde, denizcilerin "iğne" (*acus*) olarak isimlendirdikleri seyir aletleri (*normae navicula-riae*) kullanmışlardır. Bu gereçlerin formu, deniz bölgelerinden uzak olanların malumu değildir [ve bu nedenle] yabancı olanı açıklamak istiyorum. Bu alet düz tabanlı yuvarlak bir ağaç kaptır ve iki veya üç parmak yüksekliktedir. Bunun üzerine çok büyük bir özenle demirden üretilmiş, hassas, ince ve kap çapının uzunluğunu aşmayacak [şekilde] ölçümlenmiş bir gösterge (*regula*) oturtulur. Mandrelin sivri ucu alt tarafta içbükey ve yukarı doğru kabartılmış *regula*'nın ortasından geçer. [*Regula*], [mandrel] her iki taraf aynı [dik] açı teşkil edebilecek şekilde denge ile asılı bulunur. Bunların tamamı bakır tel bir halka tarafından kuşatılan cam bir kapak ile kapatılır, böylece *regula* ne oynar ne de bir tarafa doğru meyledebilir.»

[1] *De rebus Emmanuelis libri XII*, Köln 1574, Liber 1, p. 27; bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 253-254.

Hint Okyanusu'ndan Daha Gelişmiş Bir Pusula Tipi



Modelimiz: Ahşap silindir cam kutu içerisinde, çap: 16 cm. Cam kapak hâkkedilmiş pirinç halka ile birlikte. Yazılı kağıt disk. Altına balık formunda eğik demir tel yerleştirilmiştir, dikey pirinç mandrel üzerinde döndürülebilir (Envanter No: C 1.03)

Portekizli tarihçi Osorius tarafından tanımlanmış olan, Vasco da Gama'nın ve diğer batılı deniz seyyahlarının Hint Okyanusu'ndaki, oralı meslektaşları yanında tanıdıkları ikinci pusula tipi daha ileriki gelişimin sonucuydu[1]:

«Onlar daha kolay olması ve keskin insan zekası yoluyla önceden mevcut olana devamlı surette ilave birşeyler keşfedilmesi için, aletin rotayı daha kesin izleyebilmelerine yarayan bir diğer türünü bulmuşlardır. Onlar şimdi, demir telden kenarları eşit olan, fakat açıları eşit olmayan değiştirilmiş eşkenar dörtgen [baklava dilimi] formunda bir figür yapıyorlar. Bunun üzerine yukarıdan ve aşağıdan birer dairesel parça karton (*carta*) yapıştırırlar. Figüre, mıknatısın eklenen kuvvetiyle, sivri köşelerin birisi kuzeyi diğeri güneyi ve küt köşelerden birisi doğuyu diğeri batıyı gösterecek şekilde karton disklerin arasına yerleştirilir. Bu disk (*orbis*) çapının uzunluğu, [eşkenar dörtgen] şeklindeki figürün uzunluğunu aşmaz. Şimdi diskin merkezinde bakır bir göbek vardır. Bu göbek, *regula*'nın merkezi hakkında söylediğimiz gibi yapılmıştır. O göbeğe pimin sivri ucu sokulur ve böylece disk, sadece bahsettiğimiz *regula*'nın işlevine sahip olmayan, ayrıca gemilerin yürütüldüğü bütün rüzgarların yönlerini optik olarak gösterecek şekilde sallantı halinde bulunur. Üst tarafta bulunan karton üzerinde kuzey, güney, doğu, batı ve bunlar arasındaki yönler çok kesin bir biçimde çizilirler (*describuntur*).»

Karton disk, 15 sabit yıldızın yaklaşık doğuş ve batışlarını ve iki kutbu gösteren 31°15' aralıkla 32 yön gösterme noktasıyla işaretlenmiştir.

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 255.

Sonradan ve haksız yere «Kardano Tarzlı» olarak adlandırılan sisteme göre asılı Pusula



Modelimiz: Silindir sert ağaçtan, çap: 24 cm, yükseklik: 18 cm. Yarım küre formunda pusula kutusu, «kardano tarzlı», bakır bir halka vasıtasıyla asılmıştır. «Demir balık»lı karton disk, bir mandrel üzerinde döndürülebilir olarak konumlandırılmıştır, yukarıdan bir cam disk ile kapatılmıştır. (Envanter No: C 1.07)

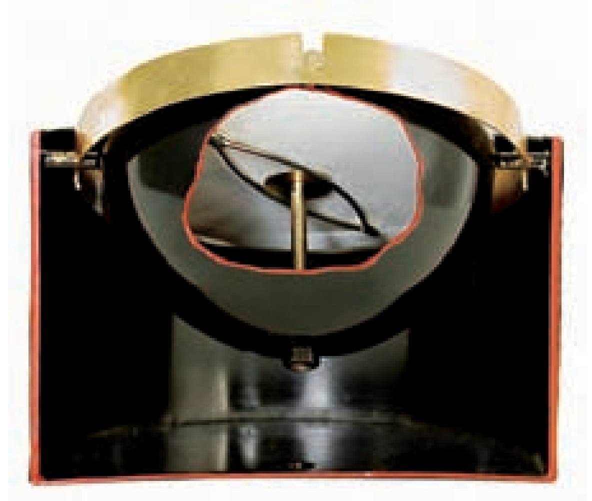
Pusula gelişiminin Portekiz deniz gezginlerinin Hint Okyanusu'nda tanımış oldukları üçüncü ve en son basamağı hakkında bizi tarihçi H. Osorius (1506-1580) aşağıdaki gibi bilgilendirmektedir:

«Alet, disk aşağı doğru batacak ve bloke olacak, dolayısıyla artık bağımsız olarak kuzeyi gösteremeyecek şekilde tesis edilecek olursa, geminin denizde giderken öne veya arkaya yahut her iki taraftan birisine doğru meyletme rahatsız edici durumu var olmaya devam eder. Bu durumu önlemek için oldukça keskin zekanın ürünü olarak birşey icat edilmiştir: Mahfaza (*vas*) üst kenarın biraz alt tarafında bakır halka ile sıkı bir biçimde çevrelenmiştir. Bu halkanın her iki yanına çelik bir pim (?*virgula calybea ducta*) dış tarafta bulunan diğer daha büyük halkanın deliğine ölçülen bir mesafede sokulur. İki pim eşittir ve tek bir sopa haline getirilebilecek kadar karşı karşıya öylesine düz dururlar, bu aynı zamanda daire şeklindeki ara bölgenin çapıyla örtüşür. Dışarıda bulunan halka bu iki pim çevresinde tıpkı bir eksen çevresinde olduğu gibi döner. Bu dış halkadan aynı aralıklarla hepsini içeren kuşatıcı yuvarlak bir kabın kenarına sokulmuş diğer iki pim geçer. Dış taraftaki pimler, içeride bulunanlara karşı, her ikisi birbirleri üzerine sevkedilecek olurlarsa, dik açılarda kesişecek şekilde yerleştirilmişlerdir. Her ne kadar bütün düzeneğin alt tarafı bakırdan ve ağır olsa da, hiçbir yere çarpmayacak şekilde dış kaba asılmış bulunur. Her taraftan tam ortada kalacak şekilde beslenmiştir. Ve düzenek aşağı doğru asılı ve hareketli olduğu ve bu sayede dengede durduğu için, sert dalgalar esnasında bile devamlı tam düzgün durmaktadır. Böylelikle bu aleti kuzey yönünden alıkoyacak hiçbir şey olmaz.»[1]

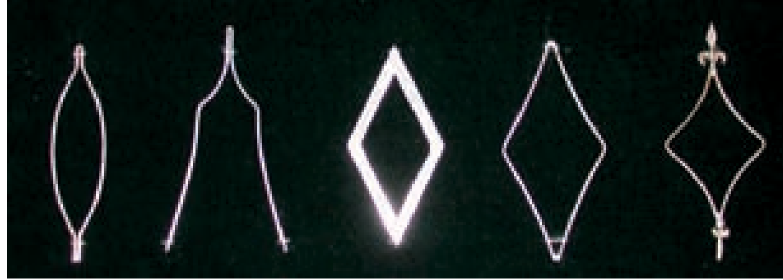
[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 255-256.

Buna göre yeni öğe, pusula diskinin gemi yolculuğu esnasında yatay konumda askıda kalmasını sağlayan «kardano» sisteminin zekice icat edilişidir[2].

Diskin altına yerleştirilmiş manyetikli baklava şekilli tel, diski kuzey-güney yönüne doğrultur. «Kardano» sistemi süspansiyonu aracılığıyla yön tespiti geminin eğik durumlarında bile yapılabilir.
Disk 15°15' lık aralıklarla doğuş ve batışlarıyla birlikte 15 sabit yıldızın isimlerini taşımaktadır. Ayrıca derecelere bölümlenmiştir[3]



Ona ait olan sergi modeli açık yan ile birlikte: Pirinç, çap: 12,5 cm.



Değişik pusula iğneleri. Bunlar karton diskin altına yerleştiriliyor ve bir manyetik taşla manyetikleştirme sonrasında kuzey-güney yönünü göstermekteydiler. «Balık form»u (en soldaki) Araplarda en yaygın olarak kullanılanıdır.

2 Bu buluşu «kardano» olarak niteleme alışkanlığını Arthur Breusing kuşku ile karşılamaktaydı: «Şimdi bizzat Cardanus şöyle söylemektedir: "Kayzer'in koltuğunu, sefer esnasında bütün sallanmalara rağmen devamlı olarak hareketsiz ve rahatça oturacağı şekilde kurma imkanı bulunmuştur. Bu, dingil yaylarının özel bir bağlantısı yoluyla gerçekleşmektedir. Çünkü üç hareketli halka, bir tanesinin muyluları yukarıda ve aşağıda, diğerininkileri sağda ve solda ve üçüncüsününkileri önde ve arkada bulunacak şekilde birbirleriyle bağlanmışlarsa, devamlı olarak her hareket sadece en fazla üç eksen çevresinde kalacağı için, bu tür bir düzenek yolculuk aracının her konumunda mükemmel bir şekilde dinginlik içerisinde kalmalıdır. Bu prensip, nasıl tutulurlarsa tutulsunlar yağı dökmeyen lambalardan alınmıştır". Bundan en azından şu sonuç çıkar: Cardanus bu düzeneğin mucidi görülemez ve bu sadece, ilk olarak onun tarafından dile getirildiği için onun adıyla isimlendirilmektedir. Bütün araştırmalarıma rağmen bu hayli zekice buluşun kökenine ilişkin birşeyler tespit etmeyi başaramadım.»

3 Breusing, A.: *Zur Geschichte der Geographie. 1. Flavio Gioja und der Schiffskompaß*, in: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 4/1869/31-51, özellikle s. 47 (Tekrarbasım in: Acta Cartographica, Amsterdam, 12/1971/14-34, özellikle s. 30). Breusing Cardano'nun kitabını, *De subtilitate*, XVII. Kitap: *De artibus artificiosisque rebus* kaynak olarak vermektedir.

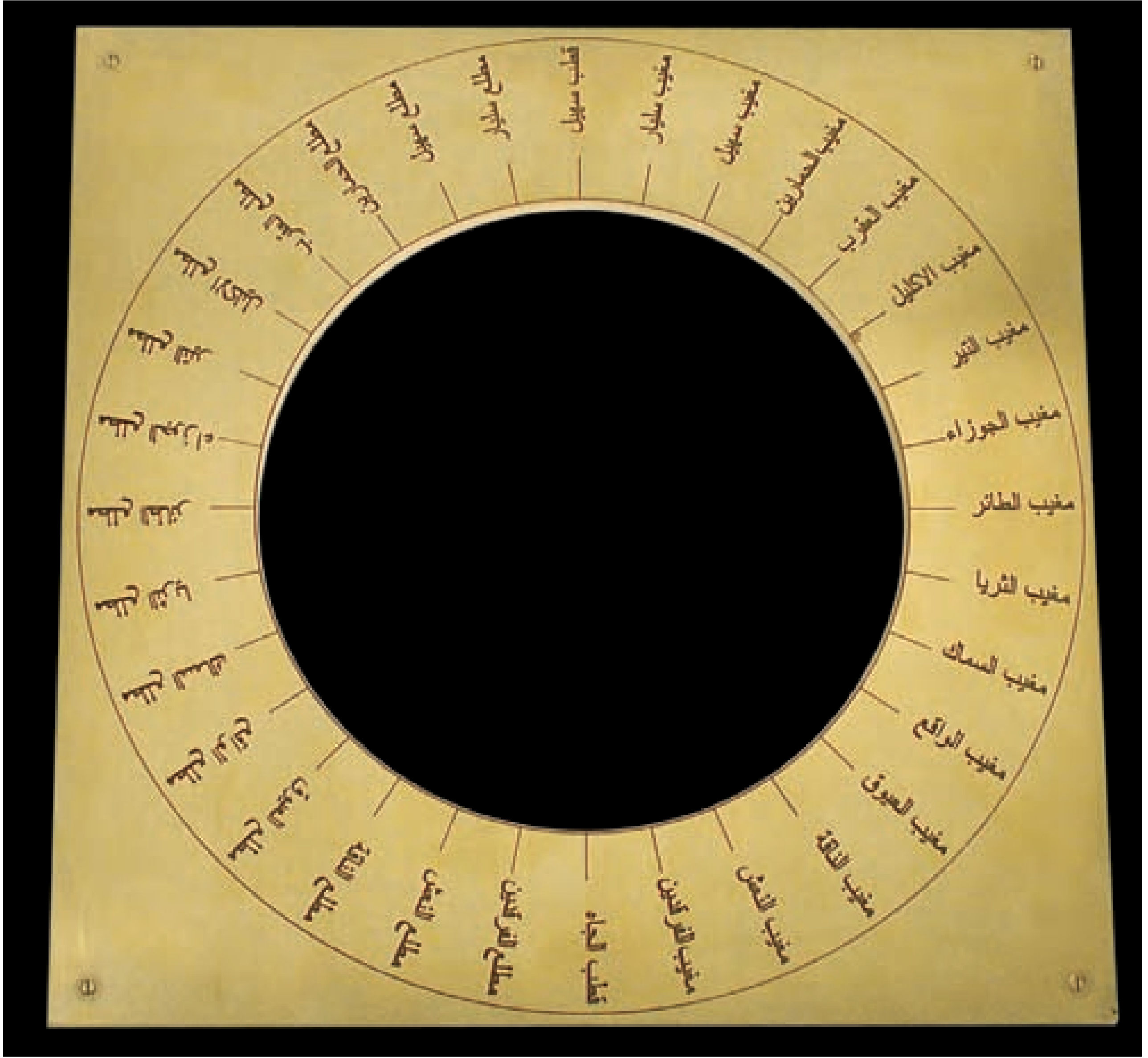


Denizcilik Bilgini İbn Mācid'e ait Pusula

Hint Okyanusu'nda geliştirilmiş pusulanın en yüksek basamağı, oranın en büyük denizcilik bilginlerinden birisi olan İbn Mācid'in başarısı olarak görünmektedir. 895/1489 yılında tamamladığı *Kitāb el-Fevā'id*'de o, denizcilik bilimindeki buluşlarından birisinin, manyetik iğneyi doğrudan doğruya pusulanın üzerine yerleştirmek olduğunu yazmaktadır. Hint Okyanusu'nda kullanılan, bir manyetik telinin veya bir manyetik iğnenin ya dairesel bir karton diskin altında veya karton disk olmaksızın bir pim üzerinde döndüğü malumumuz olan pusula formları dolayısıyla İbn Mācid'in buluşunu muhtemelen, onun manyetik iğneyi pim üzerinde bulunan karton disk üstünde, pime [etrafa dönebilecek şekilde] oturtulduğu anlamında anlayabiliriz[1].

Modelimiz: Silindir sert ağaç. Çap: 16 cm. Yükseklik 10 cm. «Kardano» sistemi süspansiyonu bakır halka aracılığıyla. Demir iğne, uzunluk: 8 cm, yarım küre formundaki mahfaza içerisindeki bir pim üzerinde. Mahfaza disk ile kapatılmıştır. (Envanter No: C 1.08)

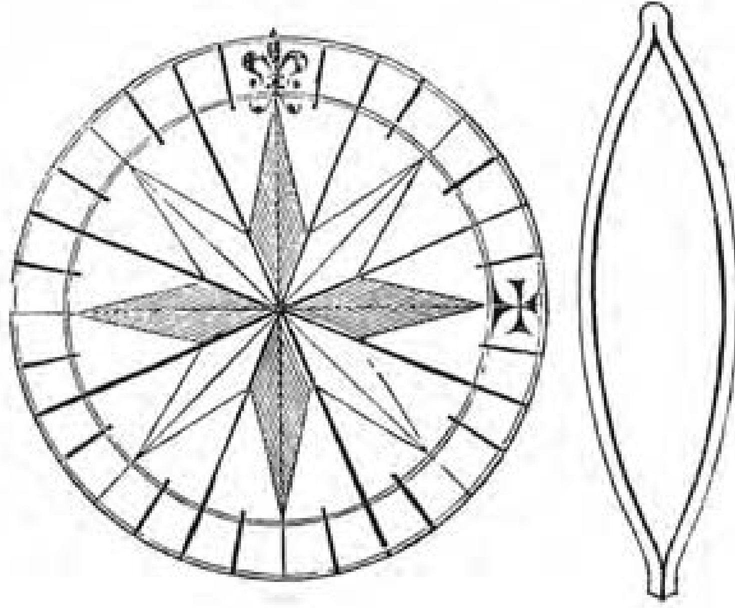
[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 261.



Pusula İçin Yardımcı Araç Olan Bir Düzenek

Modelimiz: Pirinç, hâkkedilmiş, tahta üzerinde. Kenar uzunluğu 41 cm. Kalınlık: 6 mm. (Envanter No: C 1.23)

İki büyük denizcilik bilgini İbn Mācid ve Süleymān el-Mehrī'nin açıklamalarından, Hint Okyanusu'ndaki seyrüseferde silindir formlu pusulanın tamamlayıcı bir düzenek ile bağlantıya getirildiği sonucu çıkmaktadır. Bu silindiri çevreleyen, yön gösterme noktalarının 32 yakınsayan çizgisi ve iki kutupla beraber bilinen 15 sabit yıldızın doğuş ve batışlarının isimleri ile birlikte donatılmış bir levhadır. Levha pusulayla birlikte geminin ön tarafında (*ṣadr el-merkeb*) sabit bir yeri vardır. Bu levha, denizciye, seyir esnasında değişen yön açısını okumayı mümkün kılmaktadır.



Kolumbus Tarafından Kullanılan Pusula Tiplerinden Birisi[1]

Tarihçi Osorius (1506-1580)'un tarif ettiği yukarıda (s. 62) bahsedilen üç pusula tipinden ikincisi büyük bir ihtimalle Christoph Kolumbus'un eli altında bulunuyordu. Bu pusula tipi, manyetikleştirilmiş oval telin bir kağıt parçasına aşağıdan pusula diskine doğru yapıştırılmasıyla karakterize edilmektedir. Diskin kendisi, özgürce hareket edecek şekilde sivriltilmiş bir pim üzerinde dönebilir şekilde oturmaktadır. İspanyol Martin Cortés *Breve compendio de la sphera y de la arte de navegar* (Sevilla 1551, s. 80) isimli kitabında böyle bir pusulayı tarif etmektedir ve tarifini pusula diskinin ve oval tel şeklinin bir çizimi ile donatmıştır[2].

Görüldüğü kadarıyla Hint Okyanusu'nda kullanılan bir pusula tipi, daha 9./15.yüzyılda İtalyan denizcilerin malumu olmuştur. Bu izlenim özellikle Vasco da Gama'nın ilk seyahat rotası hakkındaki rivayeti yoluyla kazanılmaktadır. Burada, onun Hint Okyanusu denizcilerinin manyetik iğneyi Cenevizliler tarzında nasıl kullandıklarını gördüğü söylenmektedir[3]. Maalesef şimdiye değin, diskin 32'ye bölümlenmesinin rüzgar gülünün yön gösterme çizgilerini sergilemediği, aksine Hint Okyanusu denizcilerinin bölümlemesi kökenine bilinen 15 sabit yıldızın doğuş ve batışlarının ve iki kutbun yön gösterme noktalarında sahip olduğu pusula diski ile bağlantılı olduğu fark edilmemiştir.

[1] Burada tarif edilen «Ceneviz tarzı» tipin yanında o, seferleri esnasında «Flaman» olarak nitelendirdiği pusulaları da kullanmıştır. Bu tip de, karton diskin tel çember ile birlikte dönmesi prensibine göre kurulmuştur. Kolumbus'un verdiği bilgilerden, «Flaman» pusula türünün de tıpkı «Ceneviz tarzı» gibi benzer bir diske sahip olduğu sonucunu çıkarabiliriz, krş. H. Balmer, *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, Aarau 1956, s. 80-84.

[2] Bkz. Balmer, H.: *Beiträge*, a.y., s. 79-80.

[3] Bkz. *Roteiro da Primiera viagem de Vasco da Gama (1497-1499)* por Álvaro Velho, préfacio, notas e anexos por A. Fontoura da Costa, Lissabon 1940, 2. baskı 1960, s. 23; krş. Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 307.

Avrupa'da İlk «Gerçek Gemi Pusulası»



Tornalanmış silindir, sert ağaç. Çap: 24,5 cm. Yükseklik: 17 cm. «Kardano» sistemi süspansiyonu bakır halka aracılığıyla. Disk, balık formunda eğilmiş demir tel ile iki uç arasında, döndürülebir halde yarım küre formundaki pusula mahfazasına oturtulmuştur. (Envanter No: C 1.09)

Yer çekimi hakkındaki bilginin tarihi hakkında kendisine takdire şayan bir eser boçlu olduğumuz Heinz Balmer tarafından «gerçek gemi pusulası»[1] olarak nitelendirilen tip, Portekizli tarihçi Osorius'un Arap denizciler tarafından Hint Okyanusu'nda kullanılan pusulaların üçüncü türü olarak tarif ettiğinden (bkz. s. 63) başka birşey değildir: «İğne bir şapkacık ile donatılmış olarak dengede, özgürce dönebilecek şekilde kutucuğun zeminine sıkıca bağlı olan pimin sivri ucunun üst tarafında oturmuştur. İğnenin üst tarafına dairesel bir disk sağlamca yapıştırılmıştır ve bunun üzerinde hareketli, yatay olarak onunla birlikte dönen bir (32 parçaya bölünmüş bir) daire işaretlenmiştir. Bu disk 360 dereceye değil, aksine her biri $11^1/_4$ derece olan rüzgar çizgilerine bölümlenmiştir. Kutucuğun devamlı olarak yatay kalmasını sağlamak için iki yatay halkadaki haç şeklindeki eksenlere, iç halkada bir eksenin çevresinde, iç halka dışındaki halkada birincisine göre dik açılı olarak duran diğer eksenin çevresinde dönebilecek şekilde asılır. Böylece kutucuk geminin sallantılarına rağmen devamlı olarak ağırlık noktası konumuna doğrulur.»

Balmer şöyle devam etmektedir: «İspanyol Pedro de Medina 1545 yılında, Hollandalı Stevin 1599 yılında bu pusuladan oldukça alışılagelmiş bir şeymiş gibi bahsetmektedirler. Her iki halkadaki asma tertibatlarını 1501-1576 yılları arasında yaşamış olan Cardano bulmuş olmalı. Ama kimse bize, iğneyi rüzgar gülüyle birlikte bir kartonun altına ilk olarak kimin sabitlediğini ve böylece bir pimin üzerine yerleştirmiş olduğunu söylememektedir.»

Balmer'in Hint Okyanusu'ndaki Arap denizcilik bilimine ve Osorius'un orada icat edilen pusula türleri hakkındaki açıklamalarına dair hiç bir bilgiye sahip olmamış olması teessüf edilesi bir durumdur.

«Gerçek Gemi Pusulası»nın Osorius tarafından tarif edilen diğer iki pusula türünde olduğu gibi daha ilk Portekiz Asya seyahatleriyle Hint Okyanusu'ndan Portekiz'e ulaşmış olduğu fikri esassız sayılamaz. Avrupa'da gün yüzüne çıkan ilk «Gerçek Gemi Pusulası» hemen hemen burada resmedilen model gibi görünmüş olmalıdır.

[1] Balmer, H.: *Beiträge*, a.y., s. 69.



Silindir sert ağaç. Çap: 26 cm.
Yükseklik: 20 cm.
(Envanter No: C 1.10)

Bir Diğer Model
«Gemi Pusulası»

Georges Fournier'in *Hydrographie contenant la théorie et la practique de toutes les parties de la navigation* (Paris 1643)'undan faydalanılmıştır.





Gemi Pusulası
Dörtgen Mahfaza İçerisinde

Rekonstrüksiyon Rodrigo Zamorano (1581) tarafından tarif edilen şekle[1] dayanarak yapılmıştır. Pusula kutusunu «Kardano» sistemi süspansiyonu ile birlikte taşıyan kutu ilk defa dörtgendir.

Modelimiz:
Kutu sert ağaç: 20 x 20 x 10 cm. Silindir pusula kutusu ahşap. «Kardano» sistemi süspansiyonu pirinç halkada. Disk eş kenar dörtgen formunda eğilmiş demir tel ile birlikte, pirinç bir mandrel üzerine döndürülebilir olarak yerleştirilmiş.
(Envanter No: C 1.11)



[1] Çamorano, Rodrigo: *Compendio de la arte navegar*, Sevilla 1581, tekrarbasım 1973, fol. 36a.





İki Osmanlı Pusula Tipi

Modellerimiz:
a) Çerçeve ahşap (kaide 25 x 25 cm), katlanır; skala ve açı cetveli pirinç, manyetik iğne plexiglas (plastikcam) diskler arasında (Envanter No: C 1.24)
b) Kutu sert ağaç: 25 x 25 x 15 cm. «Kardano» sistemi ile asılı pirinç halkada. (Envanter No: C 1.12)

Ḥāccī Ḫalīfe (1609-1658)'nin *Cihānnümā* isimli Osmanlı Türkçesi kitabının ilk Müteferriḳa baskısına 1145/1732 yılında bir pusula resmi (s. 65 ve 66 arasında sağda) eklenmiştir. Bu pusula üzerinde manyetik iğne artık tel yay halinde karton diski taşımamakta, bunun aksine manyetikleştirilmiş gösterge olarak disk üzerinde bulunan bir pimin üzerinde dönmektedir. Pusula bu haliyle Hint Okyanusu deniz bilimcisi İbn Mācid tarafından kendi buluşu olarak tanımlanan pusula tipini (bkz. s. 65) hatırlatmaktadır.



Pusula resmi üzerindeki notta, 1145/1732 yılında mıknatıs iğnesinin kuzeyden İstanbul'daki sapmasının 11°30' olduğunun tespit edildiğini söylemektedir.

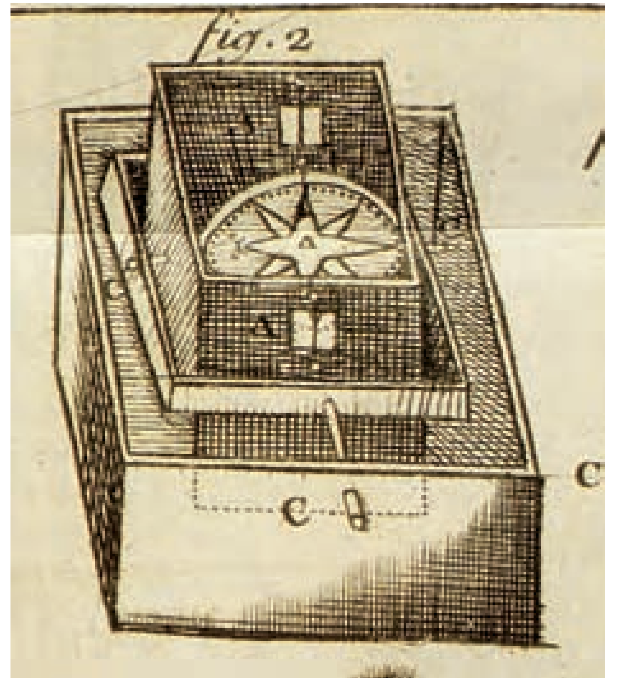
Ḥāccī Ḫalīfe tarafından tarif edilen ve soldaki resimde temsil edilen diğer pusula iki ödevi gören bir alettir; dikey olarak açıldığında bir yükseklik ölçüsü göstergesi oluşturarak gök cisimlerinin yükseklik açılarını ölçmeye yarar. Yatay konumda kapatıldığında iki cam disk arasına monte edilmiş olan bir manyetik iğne pusula olarak kullanılabilir.



Kutu kontraplak, 30 x 30 x 15 cm. «Kardano» sistemi tarzında asılı dörtgen bir çerçeve içerisinde. Yarım küre formundaki pusula kutusu, kerteriz için kare bir düzenekle çevrelenmiş. Eş kenar çok yanlı formundaki demir tel karton diskin altında. Disk 32 bölümlemeli. (Envanter No: C 1.13)

Gemi Pusulası

18. yüzyıldan, kabaca bölümlenmiş disk ve kerteriz için nispeten tam düzenekli bir Avrupa pusulasının rekonstrüksiyonu. Nicholas Bión'a dayanarak, *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique*, Paris 1752, s. 278, 2. fig. (bkz. sağ taraf).



Çizim N. Bión'dan, *Traité...*, a.y., s. 278, 2. fig. *Instrumentos de navegación del Mediterranéo al Pacifico*'ya dayanarak, Barselona tarihsiz, s. 88.



Gemi Pusulası

19. yüzyıldan bir pusulanın rekonstrüksiyonu. Rüzgar çizgileri yerini burada yön adları almaktadır.

(Orijinal: Museu Marítim, Barselona, bkz. *La navegació en els velers de la carrera d'Amèrica*, Barselona: Museu Marítim tarihsiz, No. 47)

Sandık sert ağaç, 21 x 21 x 13,5 cm. Kapağı içine sürmek için oluk. Silindir pusula kutusu pirinç, çap: 14 cm. «Kardano» sistemi tarzında asılı pirinç halka. Baklava formundaki demir tel, karton diskin altında. Disk üzerinde «rüzgar gülü» 32 bölümlemeli, kenarda 4 x 90°'ye bölümleme. Diskin ortasında yazıt:
«Antiqua casa / Rosell / Barcelona».
(Envanter No: C 1.14)



Gemi Pusulası

19. yüzyıldan bir İspanyol pusula örnek alınarak yapılmıştır. Anlaşılan o ki orijinali, gemi üzerindeki bir düzeneğin içine yerleştirilmiştir: «Kardano» halkası sadece bir tarafta kutuya bağlıdır, pimler dışarı doğru belirli bir mesafede durmaktadır.

Orijinal: Museu Marítim, Barselona, bkz. *La navegació en els velers de la carrera d'Amèrica*, Barselona: Museu Marítim tarihsiz, No. 45.

Pirinç kutu, çap: 22 cm.
«Kardano» sistemi tarzında asılı pirinç halka.
Eşit çokkenar formundaki demir tel,
karton diskin altında.
32 bölümlemeli disk yönlere doğru ve
derece bölümlemeli (4 x 90°),
yazıt: «Escuela Nautica Masnou».
(Envanter No: C 1.15)



Modelimiz:
Pirinç, altın yaldızlı.
Çap: 18 cm. Karton disk iki mandrel arasına döndürülebilir olarak yerleştirilmiştir. Arka yüzüne, eş kenar dörtgen formlu demir tel sabitlenmiştir.
Disk üzerinde bir derece bölümlemesi (4 x 90°) ve 32 bölümlemeli bir pusula gülü, tacın içerisine yerleştirilmiş bir cam aracılığıyla korunmuştur.
(Envanter No: C 1.16)

Gemi Pusulası

18. yüzyıldan taç formlu bir Portekiz pusulası orijinaline dayanarak. Burada «kardano» sistemi süspansiyonu gerekli değildir, çünkü pusula aşağıya doğru diskle birlikte bir iple tavana asılmaktadır. Geminin daha hafif sallantıları böylece dengelenmiştir. Pusula, iğne ile birlikte aşağı doğru kaptanın yatağının üzerine, uzanmışken bile rotayı takip edebilmesi için asılmıştır.

Orijinal: Musée de la Marine, Paris.



Mesaha Ölçme
Pusulası

1765/66 yılından güneş saatli Çin arazi ölçüm pusulası, enstitümüzün mülkiyetinde.



Sert ağaç, çentiklenmiş.
Çap: 115 mm.

Aletin üst yarısı,
iç yüz: Pusula iğnesi
detaylı azimut skalası ile birlikte.



Ön yüzdeki yazıt:
«Güneş saati Ch'ian Lúng Döneminin
30. yılında imal edilmiştir» (1765/66).
(Envanter No: C 1.17)

Aletin alt yarısı, iç yüz: Gnomon ayarlanabilir skala diski ile birlikte. Pusula iğnesi kaba azimut skalası ile birlikte.



Namaz Pusulası

19. yüzyıldan bir Osmanlı-Türk pusulasının üç rekonstrüksiyonu. Orijinali Köln'deki Rautenstrauch-Joest-Museum für Völkerkunde müzesinde bulunmaktadır. Bu pusula 1251/1853 yılında Aḥmed b. İbrāhīm eş-Şerbetlī isimli birisi tarafından imal edilmiştir.
Pusula iğneli merkez çevresindeki dairede İslam dünyasından bazı önemli şehirlerin isimleri ve koordinatları kaydedilmiştir. Bu yerlerden birisinde bulunulduğu takdirde, pusulayla Mekke'ye doğru namaz yönü tespit edilebilir. Batı olarak işaretlenmiş olan tarafta bulunan gnomon yardımıyla yanda bulunan skalada namaz vakitleri okunur.



Pirinç, hâkkedilmiş.
16 x 16 x 2 cm.
(Envanter No: C 1.18c)

Sert ağaç, çentiklenmiş.
13 x 13 x 2 cm.
(Envanter No: C 1.18b)



Gümüş, hâkkedilmiş.
11 x 11 x 2 cm.
(Envanter No: C 1.18a)





Yüksekliği ayarlanabilir ayna nişangâh iple birlikte. Açılma esnasında nişangâh bir yaylı mekanizma yoluyla manyetikleştirilmiş dairesel halkayı sabit tutar. Ayna nişangâhın karşısına bir gezleme parçası takılmıştır. Bu, bir delikli nişangâhtan ve iki diyaframlı renkli delik ayna nişangâhtan oluşmaktadır. Manyetikleştirilmiş demirden olan dairesel halka ayna yazı halinde bir 360° bölümlemesi taşımaktadır ve bir mandrel üzerine yerleştirilmiştir. Su terazisi pusula kutusunun zeminindedir. Kapak üzerindeki signatür: Stanley/London/1917. (Envanter No: C 1.22)

Arazi Ölçüm Pusulası

1917 yılından kerterizli ve su terazili bir İngiliz pusulası, enstitümüzün mülkiyetinde. Çentikli nişangâh aracılığıyla istenilen nesnenin karşı tarafta bulunan nişangâhın ipiyle birlikte bir çizgide durana kadar kerterizi alınır. Manyetikleştirilmiş dairesel halkanın sarkaçla ölçümünden sonra, derece, ayna ile yansıtılan delik nişangâh vasıtasıyla okunabilir.



İspirtolu Gemi Pusulası

20. yüzyılın başlarından bir Avrupa pusulası, enstitümüzün mülkiyetinde. Denkleştirme mıknatısları olan içi boş iki demir küre ile rotaya bağlı artan sapma telafi edilir.

Pusula kutusu pirinç,
«Kardano» olarak isimlendirilen
tarzda asılı ve alkol içerisinde
yüzen disk vernikli.
Çap: 104 mm. Disk 360 derece
bölümlemesi ve yönlerle birlikte.
İçi boş iki demir küre,
çap: 40 mm, ayarlanabilir olarak
vidalanmış.
(Envanter No: C 1.19)



Pusula

Yaklaşık 1920 yılından İngiliz Deniz Pusulası, enstitümüz mülkiyetinde. Küçük boyutu sebebiyle muhtemelen küçük bir yat içindir.

Pusula kutusu pirinç,
çap: 10 cm, bir diskle su geçirmez
olarak kapatılmış, pirinç kapak vidalanabilir,
«kardano» olarak isimlendirilen tarzda asılı.
Kutunun zeminine 360 derece
bölümlemesi, yönler ve
«T. Cooke / London» hâkkedilmiştir.
Manyetik iğne bir mandrel üzerine
yerleştirilmiştir.
(Envanter No: C 1.20)



Coğrafi Pusula

20. yüzyıldan kerterizli bir İngiliz pusulası, enstitümüz mülkiyetinde. Çentikli nişangâh yoluyla bir nesnenin kapakta bulunan telle bir çizgide durana kadar kerterizi alınır. Disk sadece yavaş yavaş kuzey-güney yönünde sallandığı için, bu esnada bir yaylı mekanizmayla desteklenebilir. Diskin yönüne dayanarak derece aynayla yansıtılan delik nişangâh aracılığıyla okunabilir.

Pirinç pusula kutusu cam kapaklı,
çap: 70 mm. Üç ayak üzerine
yerleştirmek için bir küçük ayak.
Menteşeli kapak, açılıp kapanabilir,
içeriden yansıtmalı ve cam nişangâhlı
ince bir tel ile donatılmış.
Aliminyum pusula diski,
ayna yazı halinde 360° bölümlemeli
ve dört ana yönün göstergesi.
Manyetik iğne diskin altında bulunmaktadır.
Diski elle sabitlemek için yaylı mekanizma
yan tarafta. Diskin ayarlarını yapmak
için alt tarafta iki ayar vidası.
(Envanter No: C 1.21)



Fırtına Lambası ile birlikte
İspirtolu Deniz Pusulası

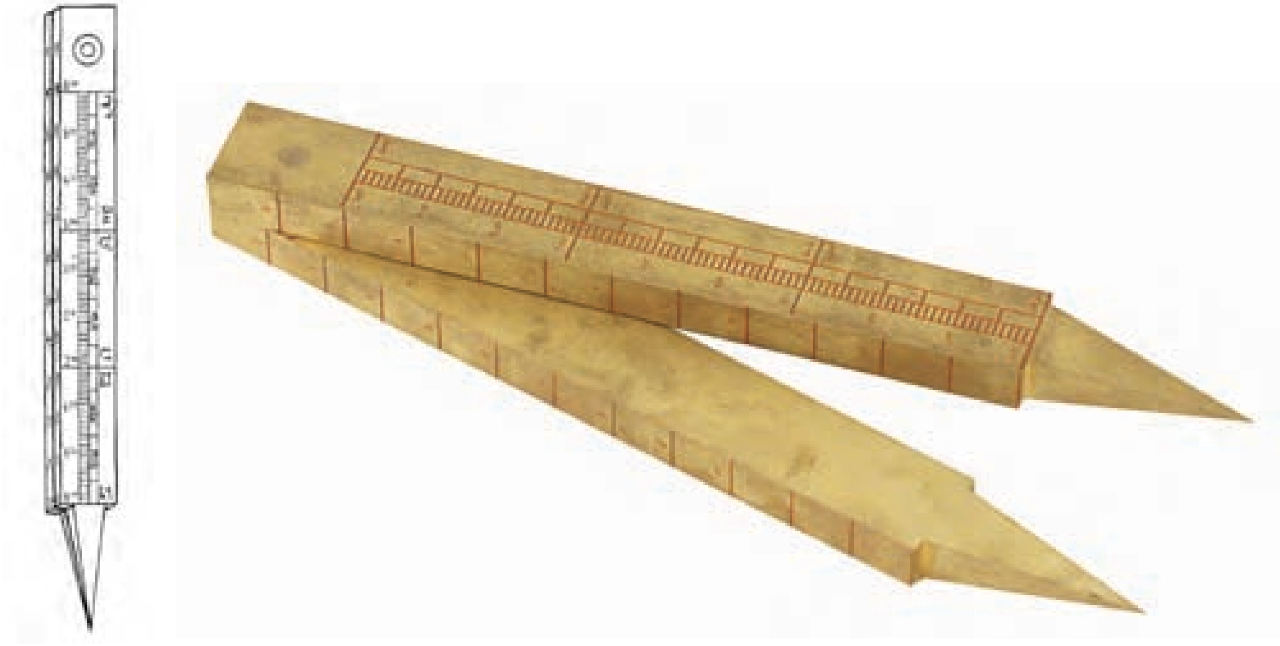
Enstitümüz mülkiyetinde, muhtemelen 20. yüzyılın başları.

Pusula 360° bölümlemesi
ve rüzgar gülü ile birlikte silindir
pirinç *bussole* (pusula) içerisinde
«kardano» tarzında asılı (çap 19 cm).
Yanda aydınlatma düzeneği.
Mahfazalar fitil ve ayar vidası ile birlikte.
'Sherwooods Limited,
Vaporite No. 1' kaydını taşıyor.
(Envanter No: C 1.25)

Bölüm 4

Saatler





Namaz Vakitlerini Belirlemek İçin Pergel

Kol uzunluğu: 27 cm.
Pirinç, hâkkedilmiş.
(Envanter No: B 2.08)

Büyük bir ihtimalle meşhur astronom Ebū ᶜAbdallāh Muḥammed b. Mūsā el-Ḫārizmī[1] (3./9. yüzyılın 1. yarısı)'ye ait olan henüz yayınlanmamış bir yazmada namaz vakitlerini belirlemeye yarayan basit bir alet tarif edilmektedir (*berkār yuᶜrefu bihī el-evḳāt li-eṣ-ṣalāt ve-yūḳasu bihī eẓ-ẓıll*). Bunun tarifi J. Frank ve E. Wiedemann[2] tarafından incelenmiştir. Özetleri şöyledir: «Alet bir tür pergeldir, kolları her iki dış yüzlerinde bir çizelge taşımaktadır. Pergel serbest olan uçlarına yerleştirilmiş demir çivileriyle birlikte dikey olarak zemine oturtulduğunda, ikindi namazını kılma vaktinde zodyaktaki güneşin bütün konumları için pergelin gölge uzunluğu bu çizelgeden çıkarılabilir. Bir kolun dış yüzü üzerinde kuzey burç sembollerinin büyüklük oranları, diğer kolun dış yüzünde güney burç sembollerinin büyüklük oranları kaydedilmiştir. Pergel kollarının diğer yüzleri, kendisiyle pergel kolunun uzunluğu (uç hariç) 12 eşit bölüme (muhtemelen daha küçük bölümlere de) ayrıldığı bir bölümleme taşımaktadırlar. Namaz vaktini belirlemek için katlanmış pergelin uç kısımları uzunluk bölümlemesinin başlangıcı yer zemini düzlemiyle düşümdeşecek şekilde toprağa derince kakılır. Pergel tarafından çizilen gölgenin son noktası işaretlenir ve bu nokta ile içine sokulduğu yer arasındaki mesafe pergelin uzunluk bölümlemesinde ölçülür. Bu amaca yönelik olarak pergel gerilir, çünkü bir kolun gölgesi ikindi namazı vaktinde basit kol uzunluğundan daha uzundur. Ölçülen mesafe, bu gün için dış yüzlerdeki çizelgeden sonuç olarak ortaya çıkan büyüklükle aynı ise, namaz vakti gelmiş demektir. Bu değere henüz ulaşılmamış ise, bu gerçekleşinceye kadar beklenmelidir.»

[1] Halife el-Meʾmūn döneminde (198-218/813-833) faliyette bulunmuştur, bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 140-143. Bize ulaşan yazma (Berlin 5790, fol. 77b-97b) *Zīc*'inin veya *Kitāb el-Asṭurlāb*'ının bir bölümü gibi görünüyor.

[2] *Die Gebetszeiten im Islam*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät 58/1925/1-32 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 92, Frankfurt 1998, s. 97-128).



Avize Saat

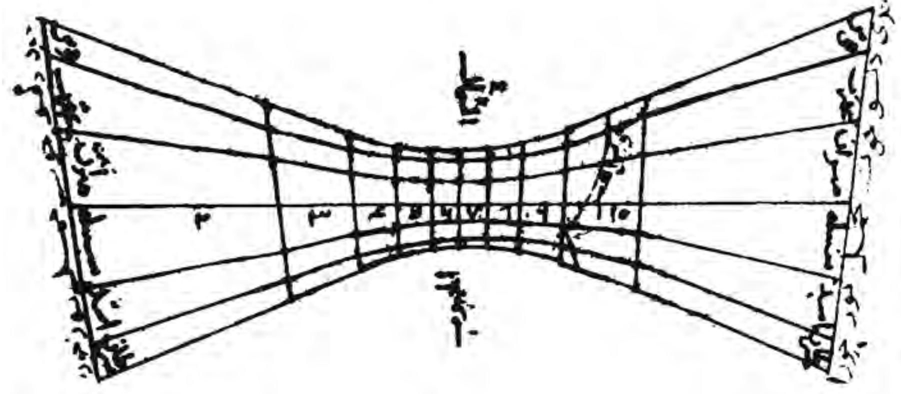
Çap: 80 cm.
Pirinç, altın yaldızlı.
Cam şişelerin boyu: 18 cm.
(Envanter No: B 3.03)

Mısır'da faaliyette bulunmuş meşhur astronom ᶜAlī b. ᶜAbdarraḥmān b. Aḥmed İbn Yūnis (ö. 399/1009) tarafından tarif edilmiş, *s̱üreyyā* (Süreyya) olarak isimlendirdiği vakit bölümlemeye yarayan düzeneğin rekonstrüksiyonu.

Gecenin her bir saati geçince bir lamba söner. Birinci lamba bir saatlik yanma süresi için gaz yağı içermektedir, on ikinci lamba on iki saat için. Lambalar eş zamanlı yakılacak olursa, söndüklerinde saatlerin sayısı okunur. İbn Yūnis'e göre on ikinci lamba yılın en uzun gecesi için 36 *dirhem*, en kısa gece için 24 *dirhem* yağ içermektedir. Demek ki lambalar vakitleri, yani eşit olmayan saatleri göstermektedir[1].

[1] Literatür: Kennedy, E.S. ve Ukashah, W.: *The Chandelier Clock of Ibn Yūnis*, in: Isis (Washington) 60/1969/543-545; Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 231; Wiedemann, E. ve Hauser, F.: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 100/1915/1-272, özellikle s. 18 (Tekrarbasım in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt 1984, Cilt 3, s. 1211-1482, özellikle s. 1228)

el-Melik el-Eşref'in Güneş Saati



Yemen'deki Resuliler Hanedanı'nın üçüncü sultanı el-Melik el-Eşref ᶜÖmer b. Yūsuf (dönemi: 694-696/1295-1296) *Muᶜīn eṭ-Ṭullāb ᶜalā ᶜAmel el-Aṣṭurlāb* isimli eserinde Kahire'nin enlem derecesi için imal ettiği bir güneş saatinin çizimini vermektedir[1]. Onun bu astronomik konu dışında tıp ve genealoji branşlarından da risaleleri bize ulaşmıştır. Günümüze ulaşan usturlabı (bkz. cilt II, s. 105) alet yapımcısı olarak yüksek yeteneğine tanıklık etmektedir (krş., s. 58).

Modelimiz:
Hâkkedilmiş pirinç levha: 36 x 46 cm, gnomonla birlikte, sert ağaçtan bir masaya gömmeli. Ayak pirinçten.
(Envanter No: B 2.03)



[1] Kahire yazmasına göre, Dār el-Kütüp, Taymūr, riyāḍiyyāt 105, fol. 107b-138a, bkz. King, D.A.: *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library*, Winony Lake (Indiana) 1986, s. 209, 282, ayrıca bkz. Brockelmann, C.: *Geschichte der arabischen Litteratur*, Cilt 1, s. 494, 1. Supplementband s. 904; Ziriklī, *Aᶜlām*, Cilt 5, s. 232.



el-Marrākuşī, *Cāmiʿ*,
yazma İstanbul, III. Ahmet, Nr. 3343



Modelimiz:
Boy: 19 cm. Ahşap, vernikli.
41. enlem derecesi için tasarlanmış.
(Envanter No: B 2.07)

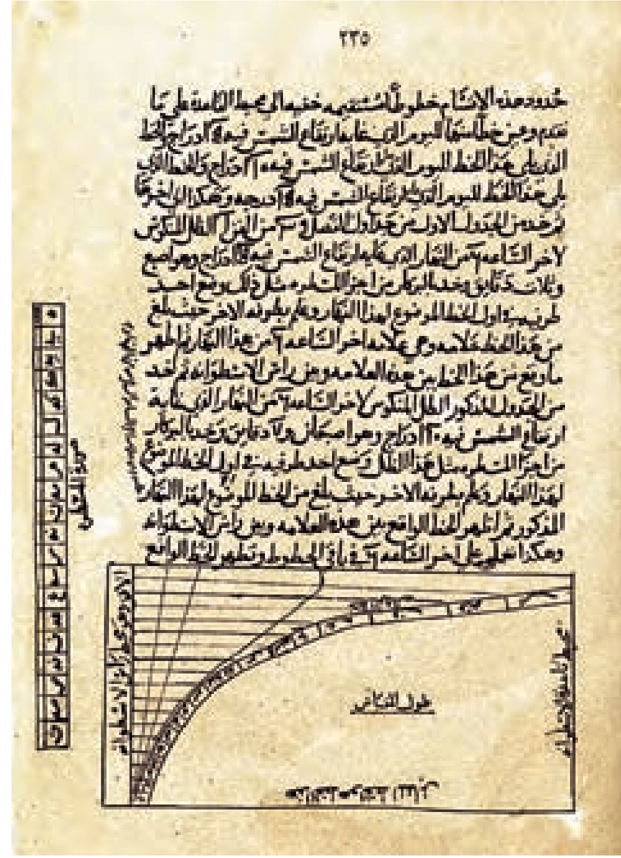
Silindir Güneş Saati

Ebū el-Ḥasan el-Marrākuşī tarafından tarif edilen güneş saatleri arasında birisi silindir şeklinde, diğeri dik açılı iki taşınabilir güneş saati bulunmaktadır. Her ikisi de ekvator ile yaklaşık 66°30' kuzey veya güney enlem arasında bulunan belirli bir enlem derecesi için geçerlidir. Ahşaptan veya pirinçten yapılmış bir silindir üzerinde daha önce tespit edilen dikey gölge çizgileri kaydedilir[1].

Her iki saatin yapılışının ve kullanımının koşulu bir çizelgedir. Bu çizelge üzerinde burç sembollerinin başında gündüz ve gece saatlerinin geçiş vakitleri (yarım saat, üçte birlik saat için veya diğer alt bölümlemeler için) için olan dikey gölge çizgilerinin değerleri kaydedilmiştir.
Güneş saatinin sert ağaçtan veya pirinçten oluşan üst yüzeyi yukarı taraftan 12 eşit parçaya bölünmektedir. Bunlara tekabül edecek şekilde burç dairelerinin isimleri, Oğlak'tan başlayarak

[1] Ebū el-Ḥasan el-Marrākuşī:*Cāmiʿ el-Mebādiʾ we-l-Ġāyāt*, Tıpkıbasım Frankfurt 1984, Cilt 1, 231-236; Sédillot, J.-J. ve L.A.: *Traité des instruments astronomique des arabes*, Paris 1834-35 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 41, Frankfurt 1998), Cilt 1, s. 435ff.





kaydedilmiştir veya hâkkedilmiştir. Hareketli gnomon, bir halkaya veya silindire başka şekilde, doğrudan burç çizgizini takiben yerleştirilmiştir. Gölge geçişinin okunması yoluyla elde edilen değerler, zamanı vakitlere göre göstermekte, dolayısıyla namaz vakitlerine işaret etmektedir. el-Marrākuşī 30. enlem derecesi için çizelgesini ve silindir saat için taslaklarını şu şekilde tasvir etmektedir (bkz. yukarıdaki resimler).

Modelimiz için bu saat tipinin 18. yüzyıldan iki Osmanlı örneğine dayandık. Bunlardan birisi İstanbul'da Kandilli Rasathanesi Müzesi'nde bulunmaktadır, diğeri Marcel Destombes'in terekesine aittir (hali hazırda Enstitut du Monde Arabe müzesinde bulunmaktadır, Paris).
Bu güneş saati tipinin sonraki dönemlerde olası devamlılığı problemi için bkz. A.J. Turner v.d. (Eds.), *Time*, Den Haag 1990, No. 200, s. 105, 114. Burada özel bir koleksiyonun yaklaşık 1600 yılından bir Avrupa örneğinin resmi bulunmaktadır:



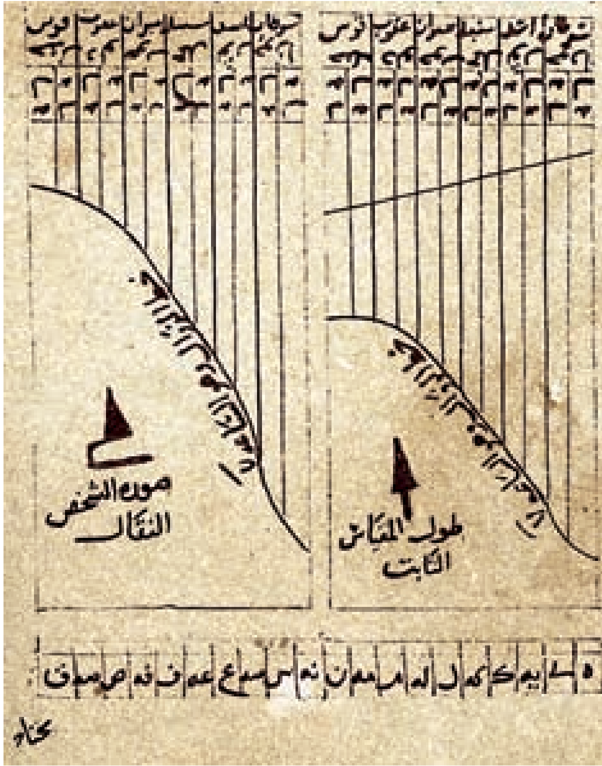
(anon., geç 16. yüzyıl, Florenz; Ist. e. Mus. di Storia della Scienza, Firenze, Env. No. 2457).



bkz. M. Dizer, *Astronomi hazineleri*, İstanbul 1986, resim 17, Christiane Naffah, *Un cadran cylindrique ottoman du XVIII^{ème} siècle*, in: Astrolabica (Paris) 5/1989/37-51.

«Çekirge Bacağı» İsimli Güneş Saati

Yukarıda sunulan güneş saatinin basitleştirilmiş bir formu el-Marrākuşī (a.y., s. 236; çevirmen Sédillot, a.y., s. 440) tarafından *sāḳ el-cerāde* («çekirge bacağı») adı altında tarif edilmektedir. Muhtemelen bu alet basitliği nedeniyle ve rahatça taşınabilirliği nedeniyle bu şekilde isimlendirilmiştir. Arap-İslam kültür çevresinde bir hediyenin mütevazılığı bu kelimeyle ifade edilmektedir (Farsça *pāy-i malaḫ*, Türkçe *çekirge budu*).
el-Marrākuşī'nin çizimi ve buna ait olan levha şu şekilde görünmektedir:



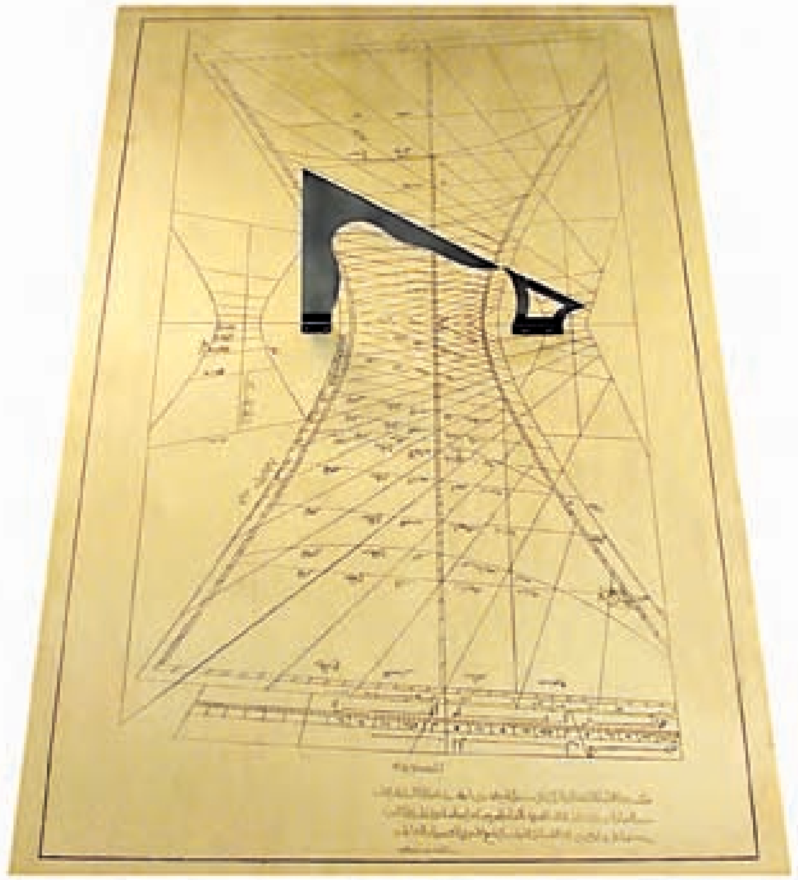
Modelimizde Paris Bibliothèque nationale'in médailles odasında korunan örneğe dayandık. Bu örnek 1895 yılında M. Durighello tarafından Beyrut'ta satın alınmıştır. Alet 554/1159 yılında el-Ḳāsım b. Hibetallāh el-Aṣṭurlābī'nin öğrencisi Ebū el-Ferec ᶜĪsā isimli birisi tarafından Sultan Nūreddīn Maḥmūd b. Zencī (dönemi 541-569/1146-1174) için imal edilmiştir[1].



Modelimiz: Ölçüler: 19 x 10 cm.
Pirinç, hâkkedilmiş.
(Envanter No: B 2.06)

[1] Casanova, Paul: *La montre du sultan Noûr ad dîn l'Hégire = 1159-1160)*, in: Syria. Revue d'art oriental et d'archéologie (Paris) 4/1923/282-299 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 88, Frankfurt 1998, s. 242-262).

Ümeyye Camisi
Güneş Saati



Model yaklaşık 1:1 ölçeğinde.
Levha: 60 x 100 cm, sert ağaçtan bir masaya gömme olarak oturtulmuş.
(Envanter No: B 2.01)

773/1371 yılından gelen, esası Halife el-Velīd b. ᶜAbdalmelik (dönemi: 86-96/705-715)'in saltanatı döneminde teşekkül etmiş olan Şam Ümeyye Camisi güneş saati, türünün Arap-İslam kültür çevresindeki zirve noktasını oluşturmaktadır. Saat, astronom ᶜAlī b. İbrāhīm b. Muḥammed İbn eş-Şāṭir[1] (d. 705/1306, ö. 777/1375) tarafından imal edilmiştir. Kaynaklar bu bilginin güneş saati yapımının yanı sıra astronomik çizelgelerini, gezegenler teorisini, evrensel aletini (*el-ālet el-cāmiᶜa*) ve kum ya da su yardımına gereksinim duymaksızın gece ve gündüz dönecek ve ayrıca eşit ve eşit olmayan saatleri gösterebilecek şekilde imal edilmiş eşsiz saatini övmektedirler[2]. İbn eş-Şāṭir Şam'da cami astronomu (*muvaḳḳit*) ve baş müezzin (*re'īs el-mü'ezzinīn*) olarak görev yapmıştır.

Onun tarafından imal edilen güneş saati 1 x 2 metrelik ölçüleriyle alışılmadık bir boyuta sahiptir. Orijinal 1958 yılına kadar kaybolmuş kabul edilmekteydi. Tamir çalışmaları esnasında üç parçaya ayrılmış halde yeniden bulunmuştur. Saat muhtemelen 1873 yılında astronom eṭ-Ṭanṭāvī tarafından girişilen tashih sırasında parçalanmıştır[3]. eṭ-Ṭanṭāvī bir hata tespit ettiği iddi-

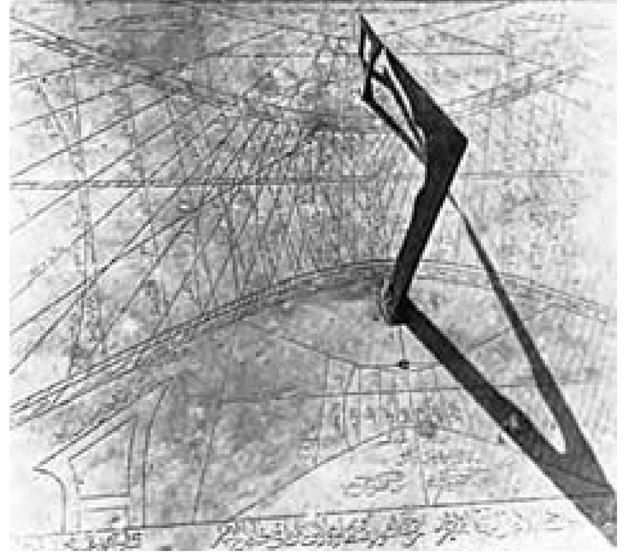
[1] en-Nuᶜaymī, ᶜAbdulḳādir b. Muḥammed: *ed-Dāris fī Ta'rīḫ el-Medāris*, Dımeşk 1951, Cilt 2, s. 388-389; Wiedemann, E.: *Ibn al Schâṭir, ein arabischer Astronom aus dem 14. Jahrhundert*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen 60/1928/317-326 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Hildesheim 1970, Cilt 2, s. 729-738); Brockelmann, C.: *Geschichte der arabischen Litteratur*, Cilt 2, s. 126-127, 2. Suppl. s. 157.

[2] Bu, Taḳiyyeddīn'in mekanik olarak dönen (belki de ağırlıklarla çalışan saatini (bkz. s. 119) hatırlatmaktadır. İbn Şāṭir'in saatini, bu saati astronomun evinde bizzat görmüş olan tarihçi Ḫalīl b. Aybek eṣ-Ṣafadī tarif etmektedir, krş. Wiedemann, E.: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, a.y., s. 19 (Tekrarbasım: Wiedemann, *Gesammelte Schriften* içerisinde, Frankfurt 1984, Cilt 3, s. 1229).

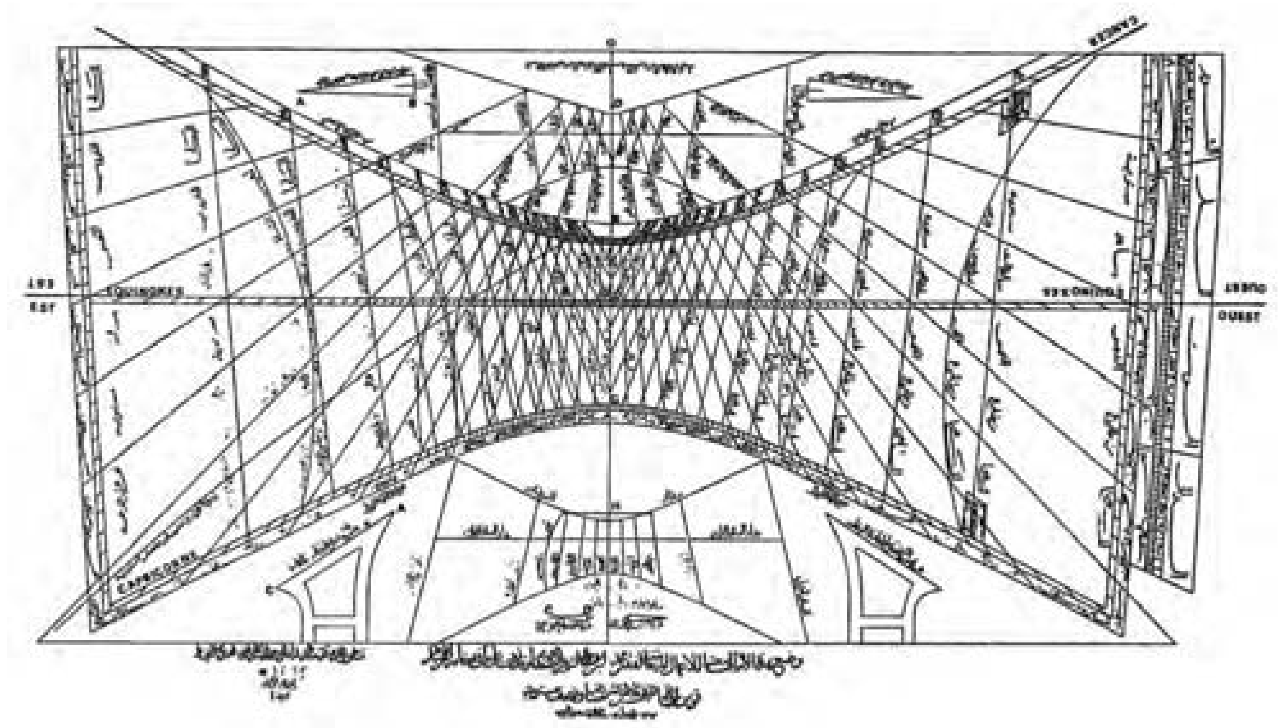
[3] Abdul Kader Rihaoui: *Inscription inédite à la Mosquée des Omeyyades appartenant à un instrument astrono-*

asında bulunmuş ve böylece orijinali, günümüzde camiin kuzey tarafındaki el-ᶜArūs diye isimlendirilen minarenin ayağındaki bir girişte bulunan kopya ile değiştirmiştir. Gerçekten de eṭ-Ṭanṭāvī tarafından imal edilen güneş saati, üç parçası günümüzde Şam'daki Suriye Milli Müzesi'nde korunan orijinalin[4] sadık bir kopyasıdır.

Saat üç parçadan oluşmaktadır. Merkezi parça, eşit olmayan saatleri veya vakitleri dört dakikalık kesinlikte göstermektedir. Kuzey ve güney parçaları eşit ve ekinoksal saatler için yapılmıştır.



Orijinalin fotoğrafı, *Centaurus*'tan, Cilt 16, s. 288.

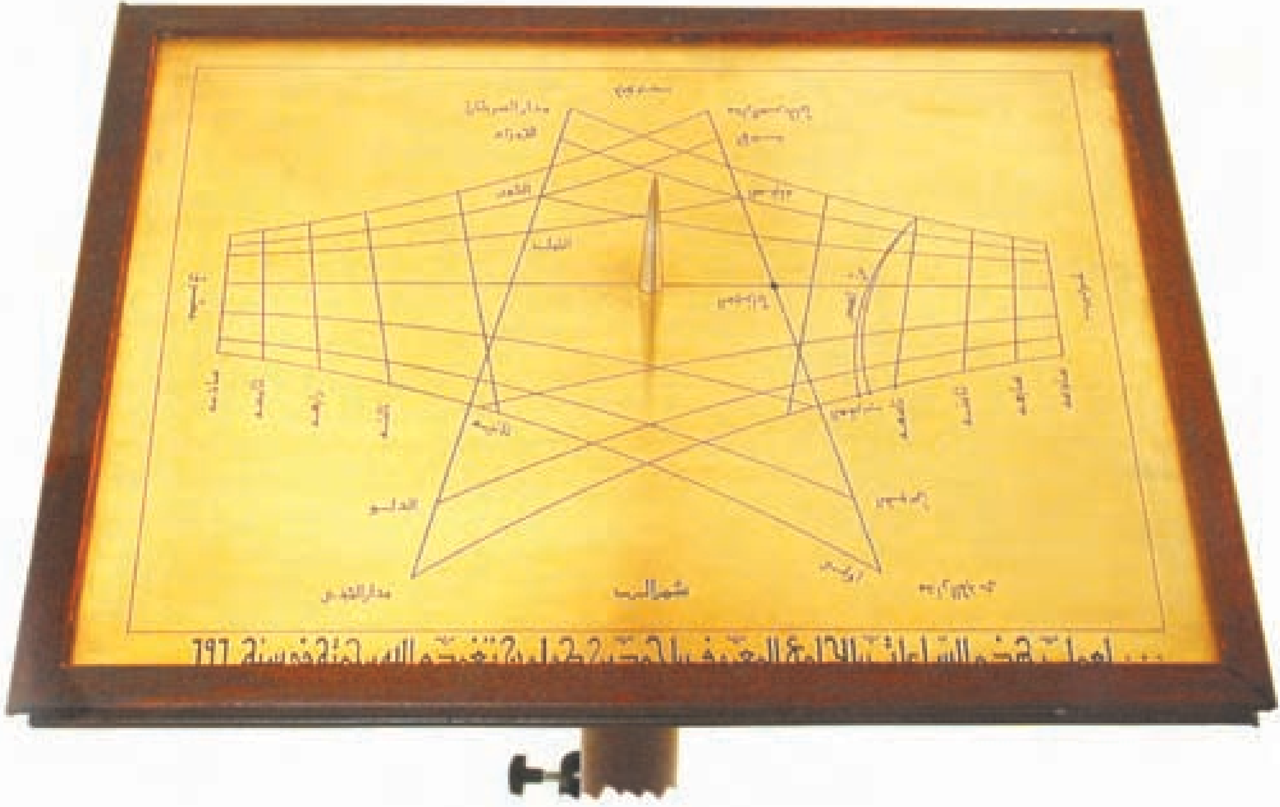


Çizim, *Centaurus*'tan, Cilt 16, s. 289.

---

mique, in: Les annales archéologiques de Syrie (Dımeşk) 11-12/1961-62/209-212 (Tekrarbasım in: E.S: Kennedy ve Imad Ghanem (Eds.), *The Life and Work of Ibn el-Shāṭir, An Arab Astromomer of the Fourteenth Century*, Aleppo 1976, s. 69-72).

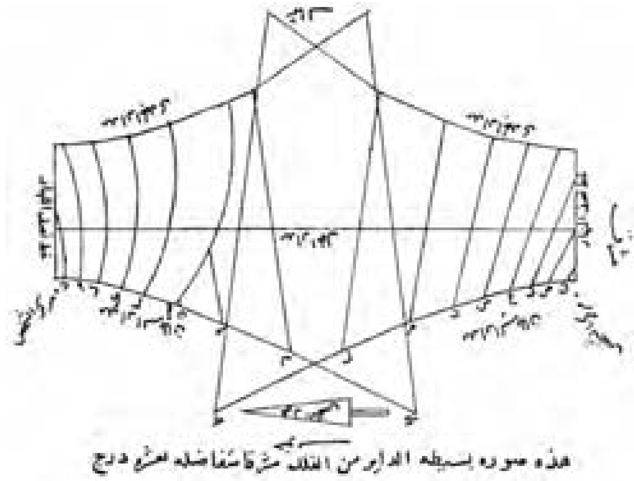
[4] Janin, Louis: *Le cadran solaire de la Mosquée Umayyade à Damas*, in: Centaurus (Kopenhagen) 16/1972/285-298.



Modelimiz:
Hâkkedilmiş pirinç levha: 37 x 47 cm,
sert ağaçtan bir masaya gömme olarak oturtulmuş.
Ayak pirinçten.
(Envanter No: B 2.02)

İbn el-Muhallebī'nin Güneş Saati

Mısırlı bir cami astronomu (*muvaḳḳit*) olan Zeyneddīn ᶜAbdurraḥmān b. Muḥammed İbn el-Muhallebī el-Mīḳātī'nin ᶜ*Umdet ez-Ẕākir li-Vaḍᶜ Ḫuṭūṭ Faḍl ed-Dāᵓir* isimli kitabında 829/1426 yılında tarif ettiği ve resmettiği güneş saati Dublin'deki Chester Beatty Kütüphanesi'nde bulunan bir yazmada günümüze ulaşmıştır[1]. Saat Kahire'nin enlemi (30°) için hesaplanmıştır. Alışılmadık iki parçalı yapımı, bu enlemi Kahire'deki İbn Ṭūlūn Camii'nin 696/1296 tarihli güneş saatiyle paylaşmaktadır. Bu sonuncunun kalıntıları 1800 civarında Napolyon tarafından hazırlatılan *Description de l'Egypte*'te resmedilmiştir[2].



[1] No. 3641 (istinsah tarihi 858/1455), fol. 11b.
[2] Janin, L. ve King, D.A.: *Le cadran solaire de la mosque d'Ibn Ṭūlūn au Caire*, in : Journal for the History of Arabic Science (Halep) 2/1978/331-357 (Tekrar basım in: D.A. King, *Islamic Astronomical Instruments*, Londra 1987, No. XVI).



Modelimiz: Ölçek: 1:1,5.
Boy: 100 cm. Plastik cam ve pirinç.
(Envanter No: B 1.02)

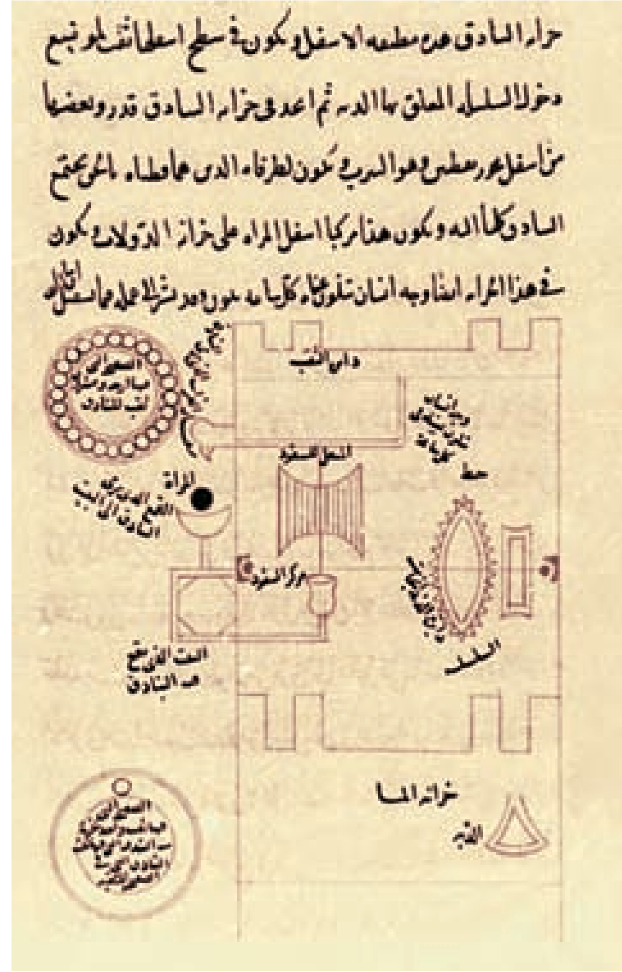
Arap Geleneğinde Pseudo-Arşimet Su Saati

Arşimet'in adına sonradan bağlanan bir su saatine dair bir risale, çok büyük bir ihtimalle nispeten erken bir dönemde Arap-İslam kültür çevresine ulaşmıştır. Bilim tarihçisi İbn Nedīm[1] Arşimet'in İslam dünyasında bilinen eserleri arasında *Kitāb Ālet Sāʿāt el-Māʾ elletī Termī bi-l-Benādiḳ* adlı bir risaleyi kaydetmektedir. Bu kitapçığı incelemiş ve İngilizce'ye çevirmiş olan[2] Donald R. Hill, ilk dört bölümün Yunanca bir nüshadan tercüme edildiği ve diğer bölümlerin Arap-İslam kültür çevresinde oluşmuş olduğunu savunmaktadır. Arşimet'e nispet edilen su saati hakkındaki risalenin bir Paris yazmasındaki (Bibliothèque nationale, ar. 2468) varlığına dikkat çekmiş olan kişi Baron Carra de Vaux'dür[3]. Daha sonra Eilhard Wiedemann ve Fritz Hauser bu risaleyi Paris yazmasına ve diğer iki yazmaya (Londra ve Oxford) dayanarak Almanca'ya çevirmişlerdir[4]. Bugün toplam yedi yazma bilinmektedir. Bizim aşağıda verdiğimiz resimler İstanbul'daki, Ayasofya Koleksiyonu 2755 (fol. 70b-80b), yazmasından alınmıştır.

[1] *Kitāb el-Fihrist*, ed. Gustav Flügel, Leipzig 1872, s. 266.
[2] Hill, D.R.: *On the Construction of Water-Clocks*. An Annotated Translation from Arabic Manuscripts of the Pseudo-Archimedes Treatise, Londra 1976 (Occasional Paper. No. 4); aynı yazar, *Arabic Water-Clocks*, Halep 1981, 15-35.
[3] *Notice sur deux manuscrits arabes*, in: Journal Asiatique (Paris) 8e ser., 17/1891/295ff.
[4] *Uhr des Archimedes und zwei andere Vorrichtungen*. 1. *Über eine dem Archimedes zugeschriebene Uhr*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 103/1918/163ff. (Tekrarbasım in : Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt 1984, Cilt 3, s. 1629ff.).

Bu, gün uzunluklarının 12 saate bölünmesi esasına dayanan saat, her defasında bir ağırlığın bir saat skalasında geçip giderek hareket ettiği (solda yukarı doğru, sağda aşağı doğru) iki sütunda göstermektedir. Ayrıca her saat, bir küre avara kalır ve bir kuşun gagasından kayarak bir çan üzerine düşer. Ayrıca saat üzerine resmedilmiş olan çehrenin gözleri renk değiştirir. Bir gün ve gece zarfında düzenli bir biçimde bir depodan boşalan su, temel düzeneği harekete geçirir ve kontrol eder. Bu düzeneğin hızı (suyun oranı yoluyla) köşeli boru ucunun dönmesiyle mevsimin yarım daire formundaki takvim sayfasına uyarlanır.

Saatin rekonstrüksiyonunu saati ayrıca tarif etmiş olan profesör André Wegener Sleeswyk beye, Rijksuniversiteit Groningen, borçluyuz: *Archimedisch: de Mijlenteller en de Waterklok.* Natuurkundige Voordrachten N.R. 67. Lezing gehouden voor de Koninklijke Maatschappij voor Natuurkunde Diligentia te s'Gravenhage of 19 september 1988.







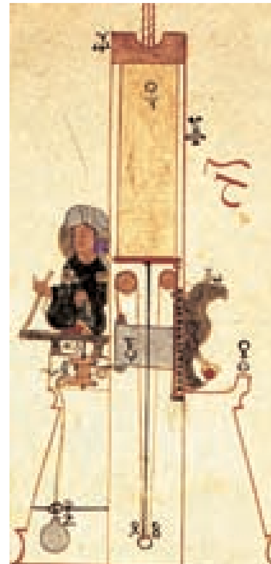
Çizimler, yazmadan, İstanbul, Ayasofya 2755 (fol. 70b-80b).





«Katipli Mum Saati»

el-Cezerī (600/1200 civarı) kitabında[1] değişik noktalarda yetersiz gördüğü ve kendi yapımıyla değiştirdiği Yūsuf[2] el-Asṭurlābī isimli birisi tarafından imal edilmiş bir mum saati tarif etmektedir. Bu saatin işleyişine ilişkin şunları söylemekte: «Bu, şu şekilde işlemektedir: Mum, güneşin batışı ile mahfazaya oturtulur ve 15 kadar küre peş peşe gagaya yerleştirilir. Bu esnada yazı kamışı birinci derecenin dış tarafında bulunur. Şimdi mum yakılır. Bu mumun alevi herhangi bir düzeneksiz mumun alevinden daha büyüktür. Bunun nedeni balmumunun fitil çevresinde birikmesidir. Yazı kamışı, ucu birinci işarete gelene kadar dolaşır. Bu işaret 1 derecedir; böylece geceden bir saatin 1 derecesi (4 dakika) geçmiştir. Uç 15. dereceye ulaştığında şahin, mumun altlığına bir küre atar. Gece bitene kadar böylece devam eder. Altlıkta gecenin saatleri sayısınca küreler vardır. Yazı kamışı kürelerden hasıl olmayan dereceleri verir.»[3]



Modelimiz: Toplam boy: 60 cm. Ahşap, hâkkedilmiş pirinç diyaframlarla birlikte. Şamdan pirinçten. Bakır kase lehimlenmiş pirinç tezyinatlı. Figürler ahşap yontma.
(Envanter No: B 3.10)

el-Cezerī, *el-Cāmiᶜ*.

[1] *el-Cāmiᶜ beyn el-ᶜİlm ve-l-ᶜAmel* (Yazma İstanbul, Topkapı Sarayı, III. Ahmet, no. 3472), 151-152; Hill, D.R.: *The Book of Knowlledge of Ingenious Mechanical Devices* s. 87-89.
[2] Bazı yazmalarda Yūsuf yerine Yūnus.
[3] E. Wiedemann ve F. Hauser tarafından tercüme edilmiştir, *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, a.y., s. 157 (Tekrarbasım: a.e. ve t., s. 1367).



Endülüs Tarzı «On iki Kapılı Mum Saati»

Modelimiz (açılmış halde): Çap: 50 cm. Ahşap, hâkkedilmiş pirinç diyaframlarla birlikte. Kupalar ve mekanik pirinçten. (Envanter No: B 3.09)

Endülüslü ayaklı kütüphane Lisāneddīn İbn el-Ḫaṭīb (Muḥammed b. ᶜAbdallāh b. Saᶜīd, ö. 776/1374)'in rivayet ettiğine göre Granada Sultanı V. Muḥammed (dönemi: 1354-1359, 1362-1391) Peygamber Muḥammed'in doğum günü (mevlid) münasebetiyle 763/1362 yılında gece vakitlerine mahsus bir saat takdim etmiştir. İbn el-Ḫaṭīb'in[1] *Nufāḍet el-Cirāb fī ᶜUlālet el-İġtirāb* adlı risalesinin uzunca bir süre kayıp sanılan üçüncü bölümünün yazmasının keşfedilmesinden sonra İspanyol arabist E. García Gómez[2] ilgili metni yayınlamış ve İspanyolca'ya çevirmiştir.

[1] 3. Kısım, es-Saᶜdiyye Fāġiye tarafından yayınlanmıştır, Rabat 1989, s. 278-279.
[2] *Foco de antigua luz sobre la Alhambra desde un texto de Ibn el-Jaṭīb en 1362*, Madrid 1988, s. 131ff.; ayrıca bkz. Samsó, J.: *Las ciencias de los antiquo en al-Andalus*, Madrid 1992, s. 443-444.

Saatin mahfazası üstü açılmış on iki köşeli ahşap bir etüiden oluşmaktadır ve on iki kapılıdır. Tavanın ortasında on iki eşit kısma bölümlenmiş bir mum durmaktadır. Mumun yanması sırasında bir dengeleme ağırlığıyla ağırlaştırılmış on iki pim peş peşe balmumundan ayrılır. Pimler, aralarındaki mesafenin bir saatlik yanma süresine tekabül edeceği şekilde yerleştirilmişlerdir. Bir pim aşağı düşerse, dengeleme ağırlığı her defasında kapılardan birisinde bulunan bir kafesi serbest bırakan diğer bir pimi kendisiyle birlikte çeker. Bu kafes saatin içerisinde bulunan bir rayda aşağı düşer, bu yolla kapı aralığında dürülü ve geçen gece saatini betimleyen mısralar içeren bir kağıt parçası görünür. Aynı anda kaseye bir küre düşer ve akustik bir sinyal yaratır. Açılan kapıların sayısından, geçen simetrik saatler okunur.

Riḍvān es-Sāᶜātī'nin
Su Saati

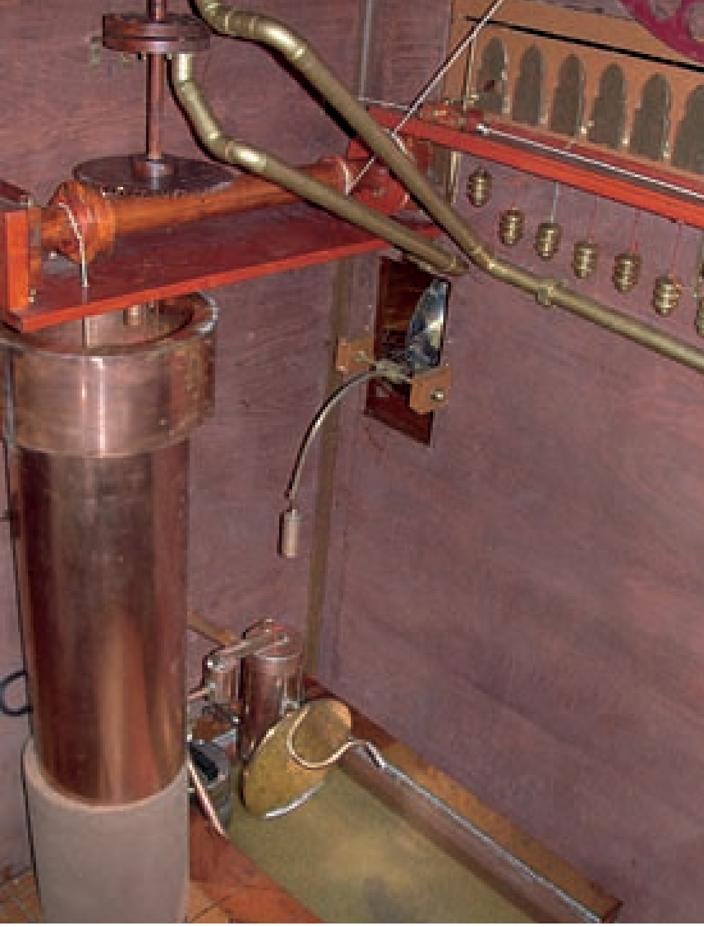
Ölçek: 1:2,5.
Boyutlar: 130 x 80 x 180 cm.
Sert ağaç kakma sedef tezyinatlı.
Kuşlar ve kupalar pirinçten.
Pirinç çerçeveli cam kapılar arka tarafta. Saatin içindeki su kapları bakırdan.
(Envanter No: B 1.01)



«Saatçi» Riḍvān, babası Muḥammed b. ᶜAlī (ö. 618/1231) tarafından inşa edilmiş ve ölümünün ardından büyük ölçüde harap olan su saatini yeniden imal etmiş ve parçalarıyla birlikte saatler kitabında ayrıntılı bir biçimde tarif etmişter. Bildiğimiz kadarıyla bu kitabın iki yazması günümüze ulaşmıştır, birisi İstanbul Köprülü Koleksiyonu 949, diğeri Gotha Forschungsbibliothek 1348. Kitap 1915 yılında Eilhard Wiedemann tarafından Gotha yazmasından Almanca'ya çevrilmiştir[1].

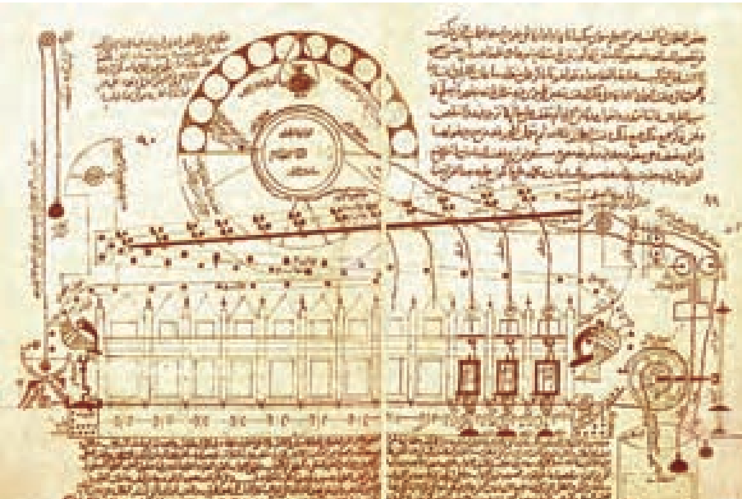
Bu su saati eşit olmayan saatler veya temporal saatler (*sāᶜāt zemāniyye*) prensibine göre tasarlanmıştır. Güneşin doğuşundan batışına kadar olan (veya batışından doğuşuna kadar) zaman,

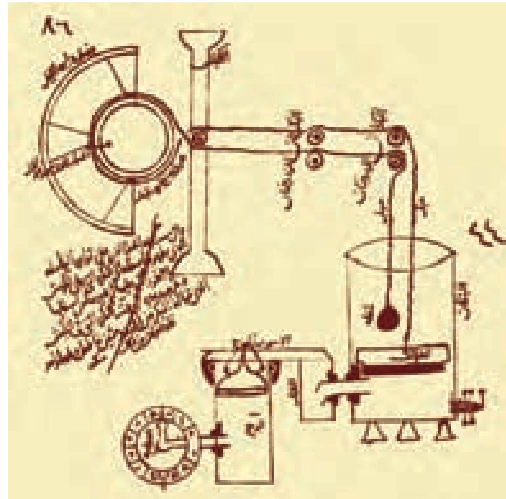
[1] Wiedemann, E. ve Hauser, F.: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 100/1915/176-266 (Tekrarbasım in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt 1984, Cilt 3, s. 1386-1476). Kitap M.A. Dahmān tarafından 1981 nolu Köprülü yazmasına dayanarak Şam'da yayınlanmıştır. Tıpkıbasım Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt, enstitüsünde hazırlık aşamasında. Yazarın biografisi için bkz. İbn Ebī Uṣaybiᶜa: *ᶜUyūn el-Enbāᵓ fī Ṭabaḳāt el-Eṭibbāᵓ*, Kahire 1299 h., Cilt 2, s. 183-184; Yāḳūt el-Ḥamavī: *Irşād el-Arīb ilā Maᶜrifet el-Edīb*, ed. D.S. Margoliouth, Cilt 4, Londra 1927, s. 211-212; eṣ-Ṣafadī: *el-Vāfī bi-l-Vefeyāt*, Cilt 14, Wiesbaden 1982, s. 128-129; C. Brockelmann: *GAL*, Supplementband 1, Leiden 1937, s. 866.



Rekonstrüksiyonumuzun iç görünümü.

her defasında on iki kısma bölümlenmiştir. Güneşin seyrinin takvimsel farklılığı, saatin içindeki su dökülme memesinin ayarlanmasıyla düzeltilir. Bu su dökülme memesi Frankfurt a.M. takvimine göre hesaplanmış bir levha üzerinde ilgili yıldız sembolünün konumuna kaydırılır. Mekanizma, güneşin doğuşu ve batışı arasında (veya tam tersi) bir kaptan boşalan ve bu esnada da bir şamandırayı hareket ettiren suyla harekete geçirilmektedir. Simetrik olan boşaltma, bir basınç dengeleyicisiyle gerçekleşir. Vakit saatlerinin on iki zaman dilimi, her bir gündüz saatinden sonra ön yüzün bir kapısının dönmesiyle gösterilir. Buna ek olarak kapıların üzerindeki bir ayça, soldan sağa doğru peşpeşe 48 altın çiviyi geçerek bu periyodların bir çeyreğini gösterir. Optik gösterimlerin yanı sıra her bir gündüz saatinden sonra akustik sinyaller işitilebilir. Bu sinyaller iki şahin figürünün gagalarından birer küreyi bir kupanın içine düşürmeleriyle oluşur. Gece esnasında bir diskin saatin tepesinde bir lamba tarafından aydınlatılan ve saatleri gösteren on iki ışıklı dairesi ardı ardına serbest bırakılır.





Köprülü yazmasından çizim.



«Filli»
Su Saati

Toplam boy: 230 cm.
Fil, figürler ve kule ahşap.
Kubbeler ve yılanlar pirinç.
Filin içindeki su kabı bakır.
(Envanter No: B 1.06)



el-Cezerī, *el-Cāmi*ᶜ. İstanbul yazması, Topkapı Sarayı, III. Ahmet 3472, s. 90.

el-Cezerī tarafından 600/1200 civarında icat ve *el-Cāmi*ᶜ *beyn el-*ᶜ*İlm ve-l-*ᶜ*Amel* isimli kitabında tarif edilen bir su saatinin orijinal boyutlarda rekonstrüksiyonu.

Burada sözkonusu olan, 48 entervali 30 dakikalık aralıkta sinyalle bildiren ve böylelikle 24 simetrik saati gösteren bir su saatidir. (Gösterim için vakit aralığı rekonstrüksiyonda yaklaşık 3 dakikaya indirgenmiştir.) Bir «katip» filin sırtında oturarak bu aralıkları, yazı kamışını her yarım saatten sonra gizlice bir taksimat çizgisine kaydırarak göstermektedir. Ayrıca saat yarım ve tam saatleri, kuledeki bir figürün her tam saatte sağ kolunu, her yarım saatte ise sol kolunu kaldırması suretiyle göstermektedir. Mekanizma, her 30 dakikada bir, filin gövdesinde su dolu bir tekne üzerinde hareket ettirici yarım küre şeklindeki şamandra vasıtasıyla işler. Şamandra alt tarafın-

da tam tamına hesaplanmış bir deliğe sahiptir. Bu delikten 30 dakikada, şamandranın artık hiç yukarı kalkmayacak ve aşağı batacağı kadar su dolar. Bu esnada bir ip üzerinden kuledeki bir küre serbest bırakılır ve aşağı inerken bir çok figürü hareket ettirir. Bir kuş döner, kuledeki insan figürü dönüşümlü olarak kollarını kaldırır, iki yılan aşağı doğru hareket eder ve şamandrayı tekrar asıl konumuna çeker. Katip hareket eder ve filin başında oturan figür sağ elindeki bir kırbaç ile file ve sol elindekiyle trompete vurur[1].
Bu fil saati 16. ve 17. yüzyılda Avrupa'da figürlü saat yapımcılarının zihnini harekete geçirmiş görünüyor. Günümüzde birçok fil saati bilinmektedir. Bunlardan birisi erken 17. yüzyıldandır ve Bayerisches Nationalmuseum'da, Münih, bulunmaktadır[2]. Bir ikincisi, yaklaşık 1580'lerden, özel mülkiyette bulunmaktadır, yine Münih[3]. 1600 civarında Augsburg'da imal edilmiş ve 1980 yılında özel mülkiyette bulunan üçüncü bir saat için bkz. *Die Welt als Uhr*, s. 266, no. 92.



Fil Saati (17. yüzyıl) Bayerisches Nationalmuseum'da.



Fil Saati (1600 civarı) özel mülkiyette.

[1] Literatür: el-Cezerī, *el-Cāmiᶜ*, tıpkıbasım edisyon Frankfurt 2002, s. 86-96; Wiedemann, E. ve Hauser, F.: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, a.y., s. 116-134 (Tekrarbasım: a.y., s. 1326-1344); D.R. Hill: *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, s. 58-70.
[2] *Die Welt als Uhr. Deutsche Uhren und Automaten 1550-1650*, ed. Klaus Maurice ve Otto Mayr, München 1980, s. 266, Nr. 93.
[3] *Die Welt als Uhr*, s. 264, No. 91.



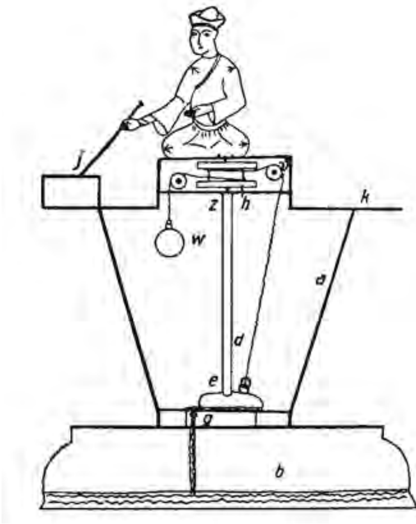
el-Cezerī'nin Kupa Saati

Modelimiz: Pirinç, çekiçlenmiş, kısmen hâkkedilmiş. Ahşap ve plastik cam. Yontma figür armut ağacı. Su doldurmak için elektro-pompa. (Envanter No: B 1.10)

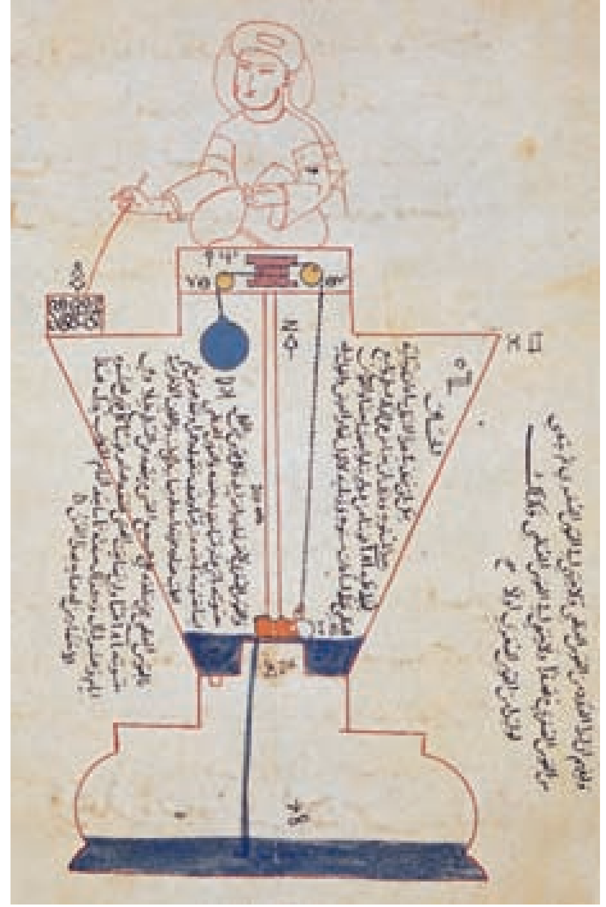
el-Cezerī (600/1200 civarı) *el-Cāmi*^{c} *beyn el-*^{c}*İlm ve-l-*^{c}*Amel* isimli kitabında sunduğu pek çok saat arasında kendi buluşu olan bir kupa saati tarif etmektedir[1]: «Sultan eṣ-Ṣāliḥ Ebū el-Fetḥ Maḥmūd b. Muḥammed b. Ḳarāarslan... bana zincirler, teraziler (*mīzan*)[2] ve küreler içermeyen, kısa sürede değişip bozulmayan ve saatlerin geçişlerinin ve kısımlarının kolayca bilineceği bir alet imal etmemi emretti. Bu alet, yolculukta ve evde bir yoldaş ve de güzel olmalıydı. Zihnimi yordum ve aleti şu şekilde imal ettim: Saat bir temel üzerindeki bir kaptan oluşmaktadır, üstten düz bir kapak ile kapatılmıştır. Hâkkedilmiş bir galeri (*şurfa*) kapağın daire çevresinde hareket etmektedir ve galeri üzerinde zarif bir yatay halka bulunmaktadır, bu halka $217^{1}/_{2}$ (= $14^{1}/_{2}$ x 15) kısma bölümlenmiştir; beher 15 kısım eşit bir saate (24 kısma bölünmüş bir gün saatine) tekabül etmektedir.»

[1] Tıpkıbasım, Ankara s. 119-126; Almanca tercüme Wiedemann, E. Ve Hauser, F.: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 100/1915/1-272, özellikle s. 134-141 (Tekrarbasım in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt 1984, Cilt 3, s. 1211-1482, özellikle s. 1344-1351); İngilizce tercüme D.R. Hill: *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, a.y., s. 71-74.

[2] Buna ilişkin Wiedemann şu notu düşmekte: «Teraziler ve devirme düzenekleri bir çok güzel sanat eşyasında kullanılmaktadır.»



Çizim, E. Wiedemann, Gesammelte Schriften, c. 3, s. 1345.



Çizim, el-Cezerī'de, yazma İstanbul.

«Ortada, bir oturak üzerinde, elinde bir yazı kamışı tutan katip oturmaktadır. Yazı kamışının ucu halka üzerindeki birinci bölümleme çizgisinin birazcık dışında durmaktadır. Katip günün başlangıcından itibaren düzenli olarak sola doğru döner, öyle ki bu durum, katib eşit saatlerin 15 kısmından birincisine ulaşıncaya ve günden bir saatin geçişine dek hemen hemen hiç farkedilmez.»[3]

Kabın içerisinde bir su saati bulunmaktadır. Bu saat, yukarıda levha üzerindeki yazı kamışının konumundan okunabilen gündüz saatlerini göstermektedir. Güneşin doğuşu ve batışı arasındaki vakit bu sırada vakit saatleri olarak adlandırılan 12 kısma bölümlenmiştir. Güneşin geçişinin takvimsel farkı, daha ilk başta, yazı kamışının farklı skalaların kaydedildiği çapın yönüne doğru ayarlanması yoluyla hesaba katılır.

Aynı kalan bir açı hızı sağlayabilmek için bütün su saatlerinde hacme bağlı su basıncı problemi çözülmelidir. Buna yönelik değişik girişimler yapılmıştır.

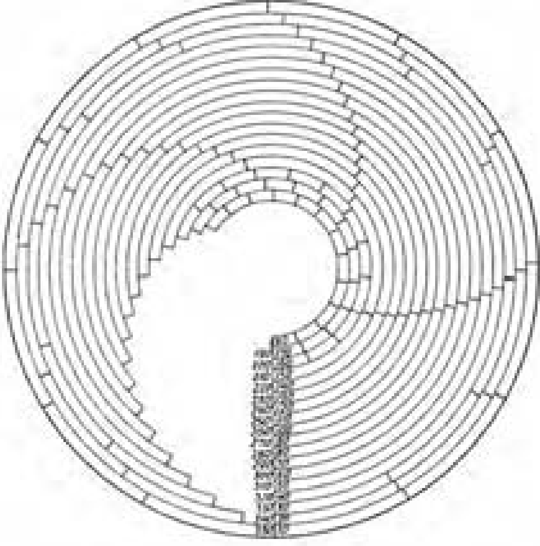
Bu örnekteki kesin başarı, aşağı doğru inen su seviyesini gösterir alette su basıncının düşmesini daha az bir hacim akımı aracılığıyla dengeleyen bir kupa şekli oluşturmaktan ibarettir (yani, kap tam olarak şu şekilde daralır: Azalan akışa rağmen su seviyesini gösteren alet devamlı surette alçalır. Yazmalarda kupa huni şeklide tasvir edilmiş görünmekte[4], gerçi metinde – modelimize temel aldığımız– deneysel olarak parabole yaklaşıldığı ifade edilmektedir). Merkezi bir milde aşağı doğru alçalan bir şamandra, bir ip ve çark aracılığıyla katibe kalemiyle birlikte sabit bir dönüş sağlar.

Saatin yerleştirildiği yerin en uzun günü 14,5 saattir. İp çıkrığı çapının tam olarak hesaplanması, katibin bu günde güneşin doğuşuyla batışı arasında tam olarak bir kez kendi çevresinde dönmesini sağlar. Yazı kamışının bu konuma oturtulması koşuluyla o günün vakti levhanın dış bölümlemesinden okunabilir,. En kısa gün 9,5 saattir. Bu saatler levhanın iç dairesel halkasından okunabilir.

[3] Çeviri (bazı küçük sapmalarla) E. Wiedemann tarafından, *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, a.y. s. 134-135 (Tekrarbasım: a.y., s. 1344-1345).

[4] a.e., s. 136 (Tekrarbasım: s. 1346)

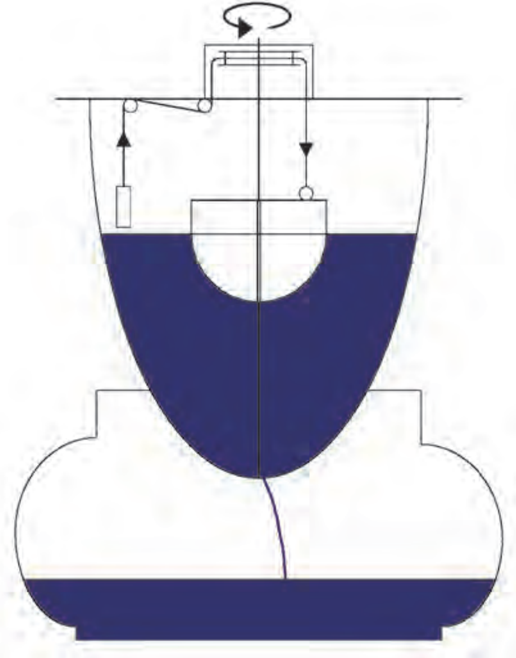
Diskin bölümlemesini E. Wiedemann el-Cezerī'nin tarifine göre şu şekilde resmetmiştir:



«Bu figür metnin verdiği bilgilere göre kupa saatin levhasına "vakit" saatleri için üstten bir bakış sunmaktadır. Saat bölümlemesi dairenin sadece bir kısmında tam olarak yapılmıştır »

(Wiedemann, *Gesammelte Schriften*, c. 3, s. 1350)

«Diskin bölümlemesi muhtemelen, yukarıdaki 18 kısımla (her kısım 10 güne karşılık gelecek şekilde) ayrılmış skala için olan figürde temsil edildiği gibiydi. 18 yayın hepsi, katibin dolu kupadaki başlangıç konumuna tekabül eden çizili bir yarıçapta başlar. Daha sonra buradan hareketle olabildiğince sola doğru her bir yarıçapa ulaşana kadar devam eder. Bu yarıçap, yazı kamışının yani göstergenin güneşin ilgili yaya karşılık gelen gündeki batış konumuna tekabül eder, elbette saatin güneşin doğuşunda harekete geçirilmesi koşuluyla. En uzun güne en dıştaki yay tekabül ettiği için, böylece ortaya doğru sürekli kısalan konsantrik yaylar sistemi elde edilir. Tarife göre kupanın duvarı her saatteki dönüşün hemen hemen sabit olacağı şekilde çekiçlendiğinden ve $14^1/_2$ saatilik en uzun güne tekabül eden en dış yayın 360° lik bir merkez açıyı kuşattığı için, en iç yay $9^1/_2$ saatlik en kısa güne tekabül ederek, sadece 236° lik bir yayı kuşatır. Böylece 18 yayın her biri, müteakip bir önceki yaydan yaklaşık 7,3° daha kısadır. Her bir yay daha sonra kendisi içinde 12 eşit kısma bölümlenmiştir; ayrıca en dıştaki de $14^1/_2$ kısma bölümlenmiştir (bu son bölümleme yukarıdaki figürde atlanmıştır, buna karşın ilk bölümleme birkaç yayda tam olarak yapılmış, diğer yaylar sadece hâkkedilmiştir). Her bir yay – yıl 360 günün varsayılmasıyla – hem kısalan hem de uzayan günlerde 10 güne tekabül etmiştir. Bu nedenle her bir yaya, ona tekabül eden günler için iki rakam kaydedilmiştir. Rakamlar, yukarıda temsil edildiği gibi, herhalükarda içeri çizili yarıçapın her iki yanına hâkkedilmiştir. En uzun günde rakamlarla başlanılacak olursa, en kısa günde sadece bir rakam– yani 180 – kaydedilmeliydi; buna karşın sayılarla en kısa günden başlanılacak olursa en uzun günde bu durum geçerliydi. Rakamların bu tarzda kaydedilmesiyle bu sayıların hepsi devamlı olarak ilgili yayın aynı yüzü üzerinde durması gerçekleşiyordu. Geceye, devamlı gündüz yayında yaklaşık 180 uzaklıkta bulunan bir yay tekabül etmiştir.»[5]



Modelimizin parabol şekilli kupasının enine kesiti.

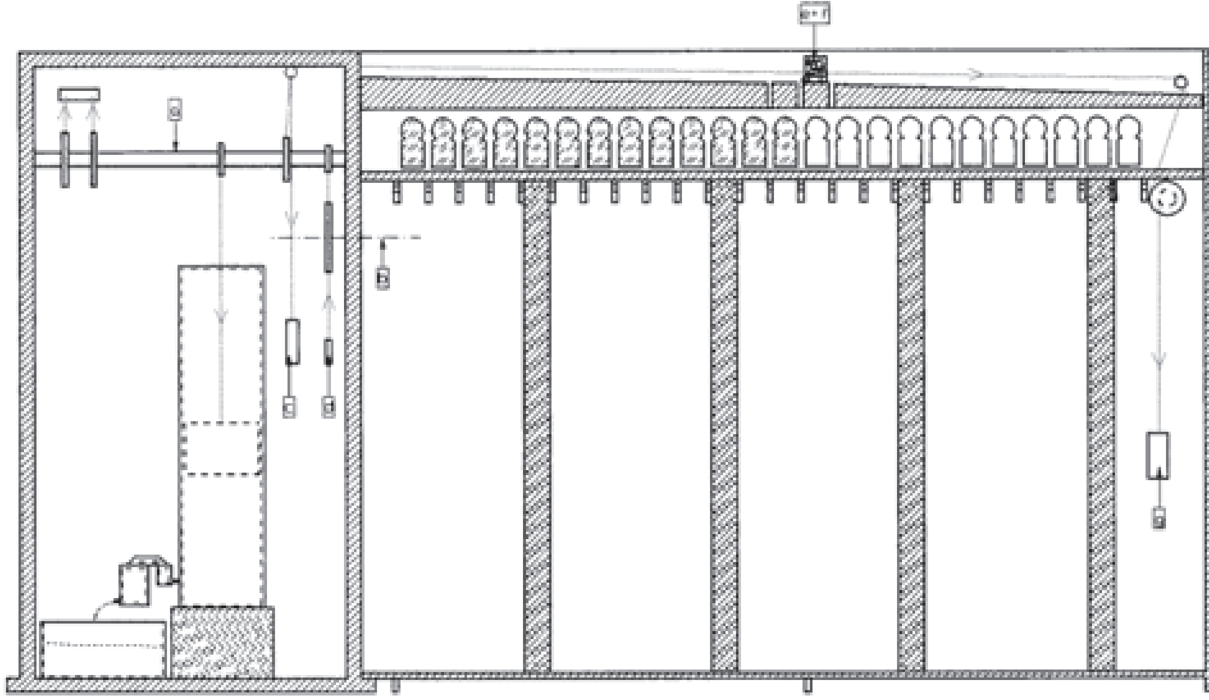
[5] Çeviri (bazı küçük sapmalarla) E. Wiedemann tarafından, a.e., s. 139-140 (Tekrarbasım: a.y., s. 1349-1350).



Fas
Su Saati

Orijinali Fas'da (Maraokko) Ḳaraviyyīn Camii'nde bulunan ve Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften tarafından yeniden üretilen saatin rekonstrüksiyonu. Orijinalin yapımcısı Ebū Zeyd ᶜAbdurraḥmān b. Süleymān el-Leccāʾī'dir. Saati 763/1362 yılında Sultan İbrāhīm b. Ebī el-Ḥasan b. Ebī Saᶜīd'in emriyle imal etmiştir.

Rekonstrüksiyonumuz:
Ahşap, verniklenmiş.
Ahşap öğeler masraflı boyanması da dahil modern sitilde Marako'da yapılmıştır.
Saat kadranı pirinç, çap 46 cm.
24 zil bronz.
Saatin içerisinde bulunan kaplarının hepsi bakır.
En: 4,30 m; boy: 2,40 m.
(Envanter No: B 1.04)



Fas Su Saati'nin yapı şeması

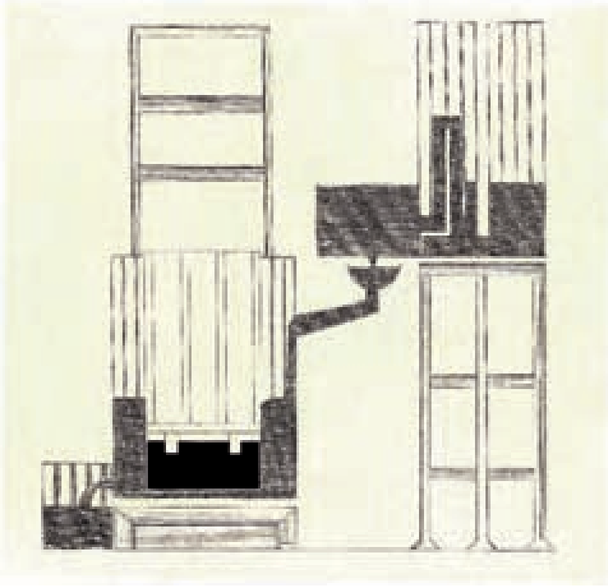
Burada söz konusu olan, günü 24 simetrik saate bölen, günümüze ulaşmış en eski su saatidir. Her saatin 4 er dakikaya (yani 15 bölüme) bölümlendiği bir saat kadranında bu saatler okunabilir. Her dört dakikada küçük bir küre, her bir saatte ise büyük bir küre 24 pirinç kaseden birisine düşer ve bir ton oluşturur. 24 saat zarfında toplam 360 küçük ve 24 büyük küre kaselere ve oradan bir toplama haznesine düşer. Akustik sinyallere ilaveten, her saat başı, geçen zamana dair genel bir bakış veren ve uzaktan da görülebilen ahşap kapılardan birisi kapanır. Düzenek, dökülen su aracılığıyla harekete geçirilir. Bu su, ipli makaralar vasıtasıyla işleyen bütün kısımların bağlantıda olduğu bir şamandrayı aşağı indirir. Düzenli akış, tam olarak basınç ayarlayan bir cihaz vasıtasıyla sağlanır. Çok akıllıca düşünülmüş, şaşırtıcı derecede geliştirilmiş bir teknik, her iki arabanın şamandranın alçalma yönünün aksine hareket etmesini temin eder[1].

[1] Literatür: ᶜAbdulhādī et-Tāzī, *Cāmiᶜ el-Ḳaraviyyīn: el-Mescid ve-l-Cāmiᶜa bi-Medīnet Fās*, Beyrut 1972, Cilt 2 s. 325-326; Derek J. DeSolla Price: *Mechanical Water Clocks of the 14th Century in Fes, Morocco*, ayrı basım: Proceedings of the 10th International Congress of the History of Sciences, Ithaca, 26 VIII-2 IX 1962, Paris: Hermann 1964 (8 s.), s. 3-5.

İSPANYOL-ARAP SAATLERİ

İslam dünyasının doğu ve merkezi bölgelerinde yürütülen, çok hızlı bir şekilde bu kültür çevresinin batı kesimine ulaşan ve orada yayılma ve genişleme bulan teknolojilerden birisi de hiç kuşkusuz saatçiliktir. Günümüzde hâlâ, saat yapımcılığının önceki kültür çevrelerinin başarılı çalışmalarına bağlı kalarak İslam'ın doğu ve de batı bölgelerinde elde ettiği gelişim basamaklarını sadece yaklaşık bir kesinlikle de olsa tam olarak tanımlayabilmekten çok uzağız. Bu bağlamda, Toledo'da 1267-68 civarında Kastilya Kralı X. Alfons (ö. 1284)'un emriyle oluşan *Libros del saber de astronomia* adlı ansiklopedik eserde– esas itibariyle İber Yarım Adası'nda yürütülmüş olan Arap-İslam bilimlerinin bir derlemesini sunuyor– özel bir bölümde beş saatin, bir su saati, bir civayla çalışan saat, bir mum saati ve iki güneş saati, tarif edilmiş olması çok önemlidir.





Libros del saber de astronomía isimli eserden, Madrid 1866, cilt 4, s. 71.



Ölçüler: 70 x 36 x 180 cm.
Plastik cam ve pirinç.
Dolap, ceviz ağacı ve plastik camdan.
(Envanter No: B 1.03)

1.
İspanyol-Arap Su Saati[1]

Libros del saber de astronomía'da sunulan beş saatten birisi *relogio dell agua*'dır. Bu saatin ayrıntılı ele alınışı bir taslakla donatılmıştır. Kitabın derleyicisi, kaynaklarının bu saati anlatan tariflerinin «oldukça yetersiz » olduğunu söylemektedir. Buna göre su haznesi zeminde basitce delinmiştir, bu yüzden su düzenli değil, aksine küçülen hacimde düşen basınç nedeniyle devamlı zayıflayarak boşalır. Bu yetersizliği o [derleyen] kendi «incelikli buluşları» sayesinde bertaraf etmiştir. Gerçekte, düzenli boşalan su düzeneği sadece su saatleri için değil, aynı zamanda diğer hidrolik otomatlar için Arap-İslam kültür dairesinde, daha önce Yunanlarda olduğu gibi, tanınmış ve prensipte kullanılmıştır. Böylece gün uzunluklarına göre ayarlanan saatlerde ölçülmekteydi.

Modelin gösterdiği gibi, bu saatte, daha yükseğe yerleştirilmiş hazneden bir basınç dengeleyicisi üzerinden akan su altta bulunan haznedeki şamandırayı yukarı doğru itmektedir. Bu yolla, bununla bağlantıda olan ve üzerinde zodyak sembollerinin okunabildiği bir levha, su haznesinin üst kenarına oturtulur.

Modelimiz Eduard Farré (Barselona) tarafından imal edilmiştir.

[1] Hill, Donald R.: *Arabic Water-Clocks*, a.y., s. 126-130; Wegener, Alfred: *Die astronomischen Werke Alfons X.*, in: Bibliotheca Mathematica (Leipzig), 3. seri 6/1905/129-185, özellikle s. 162-163 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 98, Frankfurt 1998, s. 57-113, özellikle 90-91).

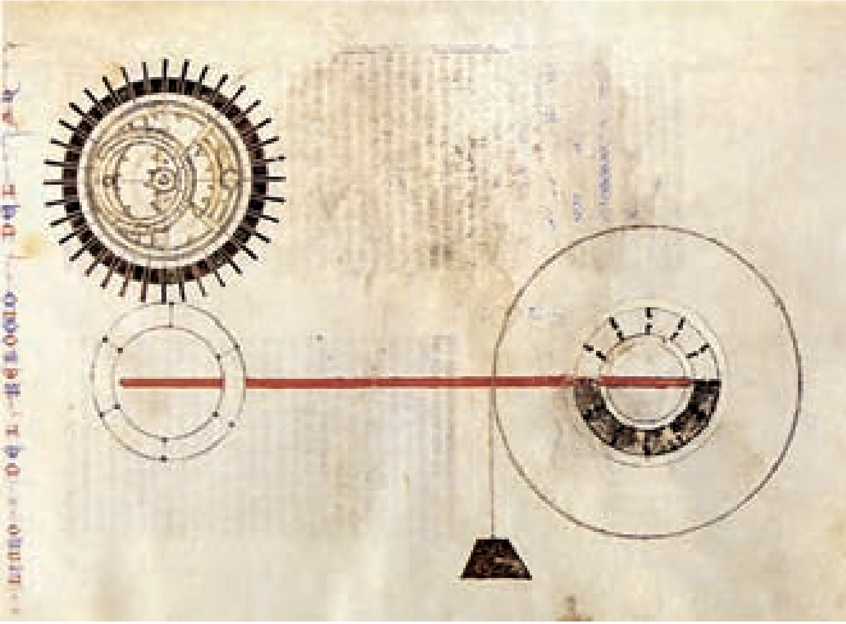
2.
Cıvayla Çalışan Saat

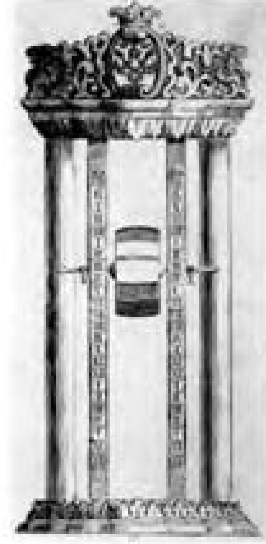
Libros del saber de astronomía isimli eserin konuya özel bölümünde sunulan dördüncü saat bir civayla çalışan saattir (*relogio dell argent uiuo*). A. Wegener[1] saati şu şekilde tanımlamaktadır: «Bu saatin düzeneği, 24 saatte tam bir dönme gerçekleştiren bir dişliden oluşmaktadır. Hareket ettirici güç bir ağırlıktır, çarkın geriye dönmesine engel olan ve bir sarkaç hareketi veren düzenek cıva aracılığıyla gerçekleşir. Bu cıva, çarkın içinde bulunur ve enine duvarlar arasından sadece çok küçük bağlantı delikleriyle ket vurarak ağırlığın çekme etkisine sadece yavaş yavaş baş eğer. Bu çarkın dönmesi, saatin oldukça sanatsal saat kadranı olarak görülebilecek bir usturlap üzerine taşınır. Bu usturlap üzerinde saatlerin dışında aynı zamanda güneşin ve yıldızların konumu ve hatta gökyüzünün hali hazırdaki bütün görünüşü okunabilir. Demek ki usturlap yerine bu saat düzeneği bir gök küresiyle de bağlantılandırılabilir. Ayrıca zillerin uygun bir biçimde yerleştirilmesi yoluyla bundan bir tür çalar saat üretilebilir.»
Bu saatin varlığını sürdürmesi ve Avrupa'da daha sonraki gelişmelere yaptığı etki süreci hakkında önümüzde A. Bedini'nin *The Compartmented Cylindrical Clepsydra*[2] adlı mükemmel bir makalesi bulunmaktadır. Bedini, *Libros del saber de astronomía*'nın 1341 yılından önce Floransa'da İtalyanca'ya çevrilmiş olduğunu[3] ispatlamakta ve şöyle devam etmekte: «Bu İtalyanca çevirinin varlığı, cıvalı saatin sonradan Avrupa'daki gelişimi bakımından çok büyük bir önem taşımaktadır, her ne kadar arkadan gelen altıyüz yılın saat kitabı yazarları onun adını hiç anmıyorlarsa da.»[4]
Alfons'un derlemesinden 300 yılı aşkın bir süre sonra civalı saat, Avrupa literatüründe yeniden ortaya çıkmaktadır, daha doğrusu Attila Parisio'nun 1598 yılında Venedik'te yayınlanan bir kitabında. Bu eserde yazar kendisini bu saatin mucidi olarak tanıtmaktadır (*Discorso Sopra la*

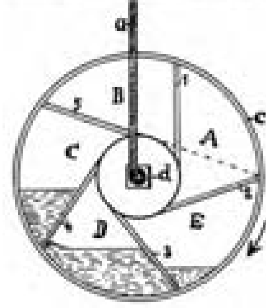


Kutu ahşap. Ölçüler: 22 x 30 x 55 cm. Saat diski pirinç, hâkkedilmiş. Ahşap çark, plastik cam odacıklarla birlikte. Çap: 25 cm. Eduard Farré (Barselona) tarafından imal edilmiştir. (Envanter No: B 3.04)

[1] Wegener, Alfred: *Die astronomischen Werke Alfons X.*, in: Bibliotheca Mathematica (Leipzig), 3. seri 6/1905/129-185, özellikle s. 163 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 98, Frankfurt 1998, s. 57-113, özellikle 91). Ayrıca bakınız Wiedemann, E. ve Hauser, F.: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, a.y., s. 18-19 (Tekrarbasım: a.y., Cilt 3, s. 1228-1229).
[2] Yayınlandığı yer: Technology and Culture (Chicago) 3/1962/115-141.
[3] Bedini bu çalışmada Enrico Narducci'nin konuya ilişkin kısa bir monografisine dayanmaktadır: *Intorno ad una traduzione italiana fatta nell'anno 1341 di una compilazione astronomica di Alfonso X. re di Castiglia*, Roma 1865 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 98, Frankfurt 1998, s. 5-36).
[4] Bedini, a.y., s. 118.



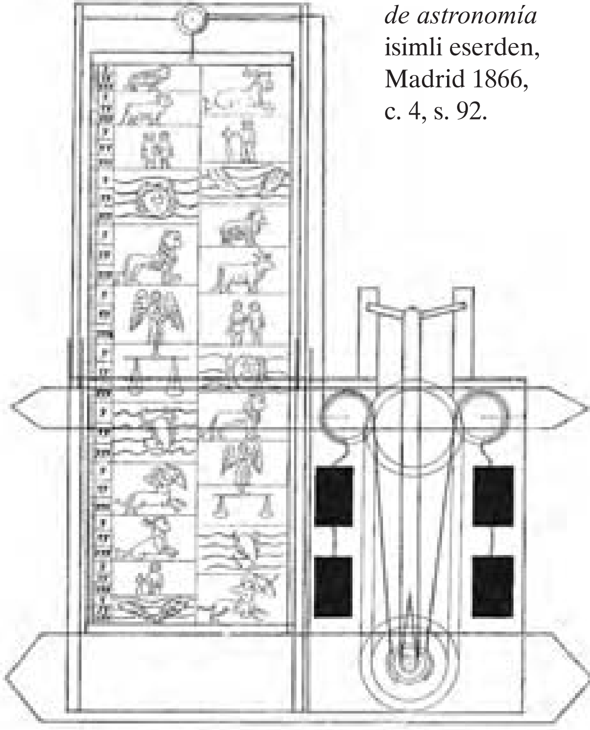




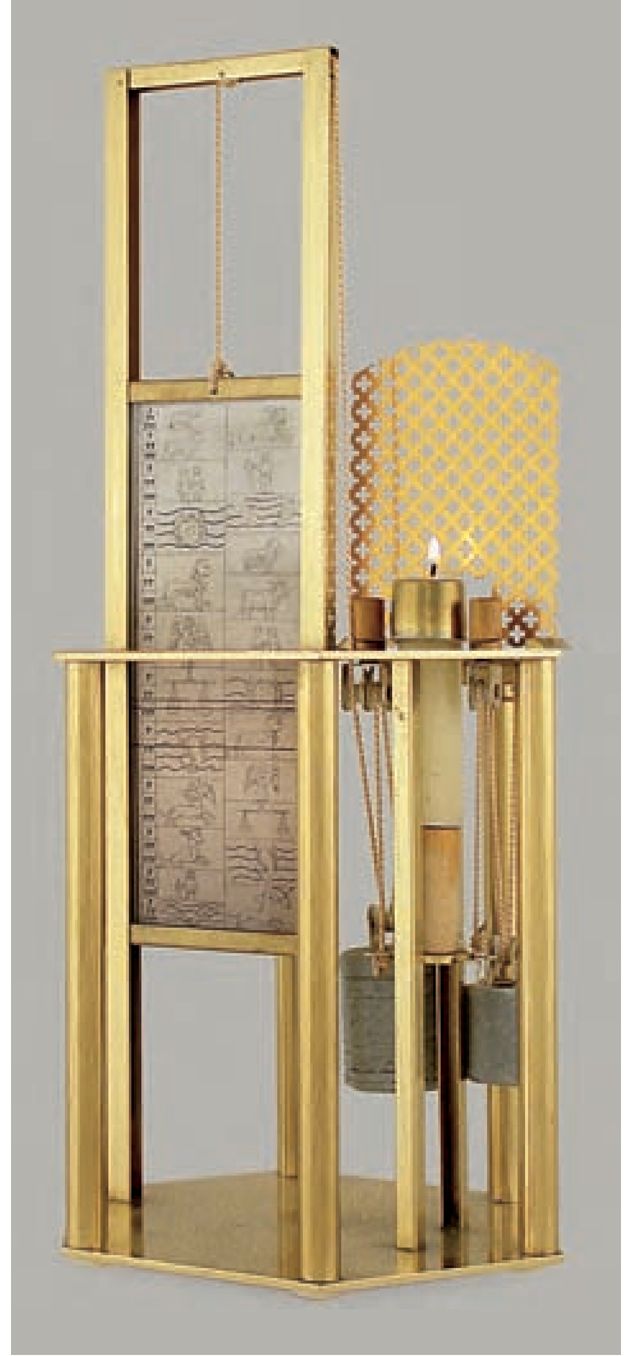
Sua Nuova Inventione d'Horologio con una sola Ruota)[5]. Güya onun tarafından icat edilmiş olan saatte, cıva su ile değiştirilmiştir. Parisio'nun kitabının yayınlanmasından kısa bir süre sonra bu saatin tarifi ve resmi, Salomon de Caus (1615)'un «Hareket Kuvvetlerinin Temelleri» (*raisons des forces mouvantes*)'nden birisi olarak yayınlandı[6]. Bu saat Johannes Kepler tarafından da anılmaktadır[7]. Aslında *Libros del saber de astronomía*'da tarif edilen modelden başka birşey olmayan, 12 parçalı silindir kasnağı sadece yarıya kadar civa yerine su ile doldurulmuş olan ve Bedini tarafından «compartmented cylindrical clepsydra» olarak nitelendirilen bu formdaki saat, Avrupa'da 17. ve 18. yüzyılda büyük bir yayılma elde etmişti. Küçük farklılılar gösteren birçok tipten birisi, Pater Francesco Eschinardi (1648)[8] adıyla ilintilidir. Benzer bir alet üç Campani kardeş (1656) tarafından Papa VII. Alexander'a sunulmuştur[9]. Bu saatin silindir kasnağı su yerine yine civa içermektedir ve hemen hemen diğerleri nasılsa, bu da düzensiz çalışmaktadır. Bununla birlikte saat, Papa tarafından önemli bir buluş olarak övülmüştür[10]. Bazı yapım özelliklerinin tarifi dışında Campani saatinden geriye hiç birşey kalmamıştır[11].

Campani kardeşlerin saatinden sonra başka çeşitleri ortaya çıkmıştır, ama cıva yerine yine su ile. Eser sahipleri olarak şu isimler anılmakta: Domenico Martinelli (1669)[12], 1734 yılında bu saat tipini Charles Vailly'nin buluşu olarak tanıtan Dom Jacques Allexandre[13] ve *L'Art Du Potier D 'Etain* isimli eserindeki bir resimde birçok silindir su saatleri imalini gösteren ve böylelikle saatin 18. yüzyıl Fransa'sında rağbet görmesini sağlayan M. Salmon[14].

5 a.e., s. 118.
6 *Les Raisons des Forces Mouvantes, avec diverses Machines, tant utiles que plaisantes, aus quelles sont adionts plusieurs desseings de grotes et fontaines*, Frankfurt am Main: J. Norton, 1615, 1644 (bkz. Bedini, a.y., s. 124)
7 Bkz. Anton Lübke: *Die Uhr. Von der Sonnenuhr zur Atomuhr*, Düsseldorf 1958, s. 78; Bedini, a.y., s. 125.
8 Bedini, a.y., s. 125.
9 a.e., a.y., s. 127-128.
10 Bedini, a.y., s. 129.
11 a.e., a.y., s. 129.
12 a.e., a.y., s. 131-135.
13 a.e., a.y., s. 136.
14 a.e., a.y., s. 137-138.



Libros del saber de astronomía isimli eserden, Madrid 1866, c. 4, s. 92.



Pirinç.
Toplam yükseklik: 42 cm.
(Envanter No: B 3.08)

3.
İspanyol-Arap Mum Saati

Bu saat, *Libros del saber de astronomía*'nın saatler bölümünde *relogio de la candela* adıyla üçüncü sırada sunulmaktadır. Saat ayrıntılı bir biçimde tarif edilmiş ve resimlerle donatılmıştır[1].
Mum, yanan yüzde bir manşet içerisindedir, öyle ki kısalma sürecinde onun platformu bir denge ağırlığı tarafından yukarı doğru itilir . Platformla bağlı olan ve diğer bir denge ağırlığıyla ağırlaştırılan bir ip bu esnada, ilgili gün uzunluklarına göre ayarlanan saatler çizelgesi kaydedilmiş olan levhayı yukarı doğru çeker. Tarih biliniyorsa saatin yatay yüzeyinde zaman okunabilir. Çizelge sadece belirli yedi iklimden biri için geçerli olarak yapılır.

Model Eduard Farré (Barselona) tarafından imal edilmiştir.

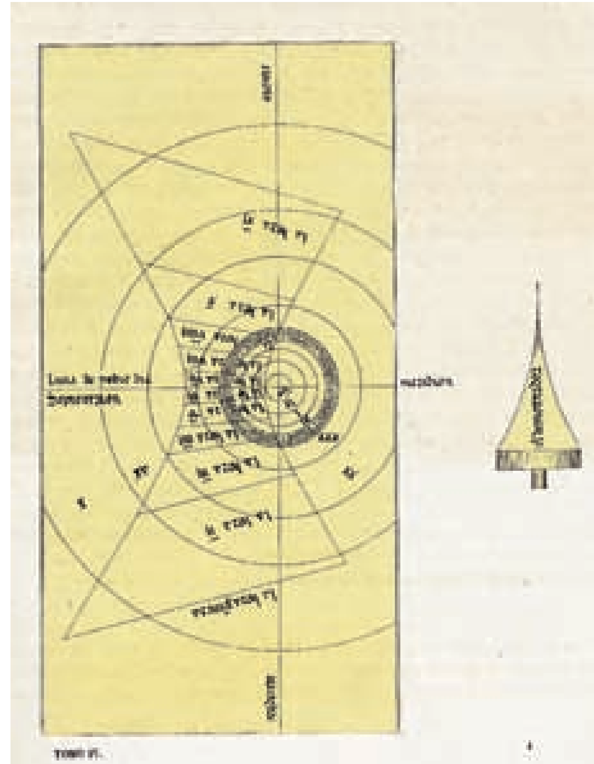
[1] Wegener, Alfred: *Die astronomischen Werke Alfons X.*, a.y., s. 163-164 (Tekrarbasım: s. 91-92).



4.
İspanyol-Arap Güneş Saati

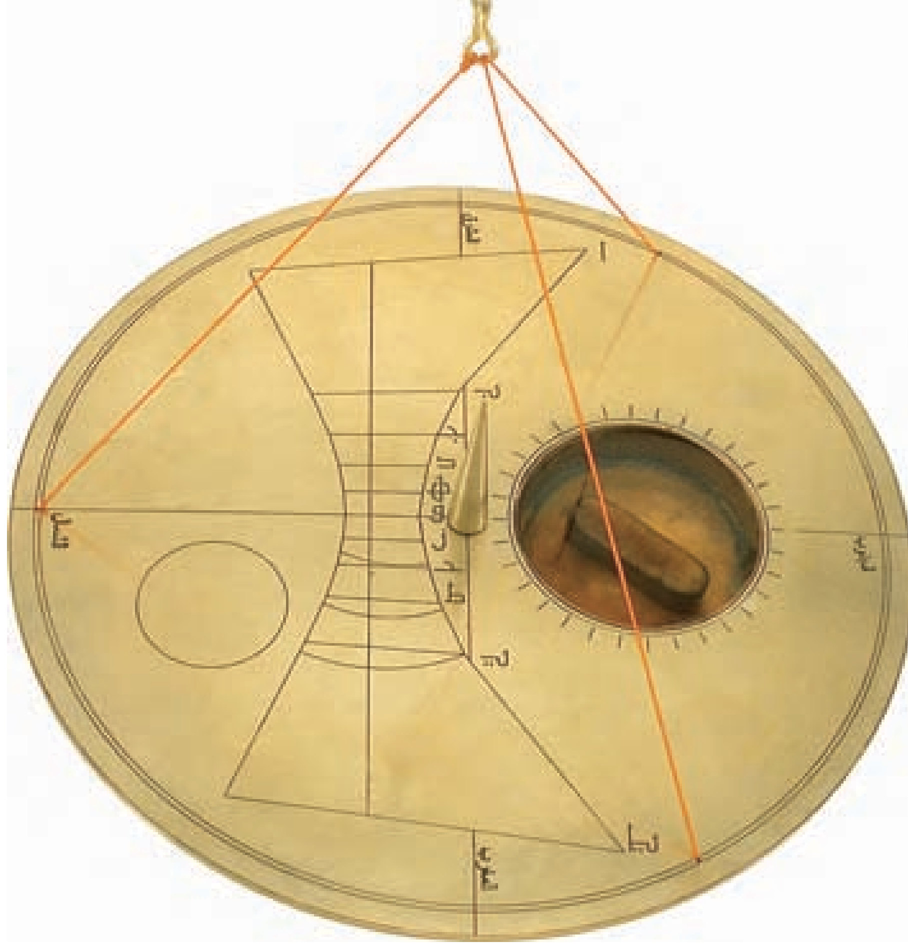
Modelimiz:
Hâkkedilmiş pirinç levha
(30 x 60 cm), sert ağaçtan bir masaya gömülü.
Ayak pirinç.
(Envanter No: B 2.04)

Libros del saber de astronomía isimli eserin saatleri arasında *relogio de la piedra de la sombra* dördüncü sırada sunulmaktadır ve bir resim ile donatılmıştır. Bu derlemenin manevi babası X. Alfons «güneş saatinin yapımı için çalışma esnasında başka bir kitaba ihtiyaç duyulmayacak tarzda eksiksiz bir kitap bulamadığını» söylemektedir. Bu yüzden o, kapsamlı bir tarifin sağlanması emrini vermiştir[1].
Saat asimetrik, vakit saatler olarak adlandırılan zaman bölümlerini göstermektedir.



Çizim
Libros del saber de astronomía'nın
modern edisyonundan,
Madrid 1866, cilt 4, s. 17.
Bu, rekonstrüksiyon
modelimize örnek alındı.

[1] Wegener, Alfred: *Die astronomischen Werke Alfons X.*, a.y., s. 162 (Tekrarbasım: s. 90).



İbn er-Raḳḳām'ın Güneş Saati

Modelimiz:
Çap: 25 cm.
Pirinç, dağlanmış.
(Envanter No: B 2.13)

«Gölgeler Bilgisi Hakkında Risale» (*Risāle fī ᶜİlm eẓ-Ẓilāl*)'sinin 44. bölümünde Ebū ᶜAbdallāh Muḥammed b. İbrāhīm er-Raḳḳām[1] (ö. 715/1315) yüzer pusulayla bağlantılı bir güneş saati tarif etmektedir[2]. Murcia'lı bu astronom, matematikçi ve tabipti ve Nasiriler döneminde Granada'da faaliyet gösteren bilginlerdendi. Bir tahta parçasının üstüne oturtulan manyetik taş, ahşap diske hâkkedilmiş güneş saati için kuzey-güney yönünü ayarlamaya yaramaktadır. Saat ipek iplerde asılı olarak dengede tutulmaktadır. Oldukça benzer bir araç Pedro Nunes (1537)'e atfedilmektedir (bir sonraki model).

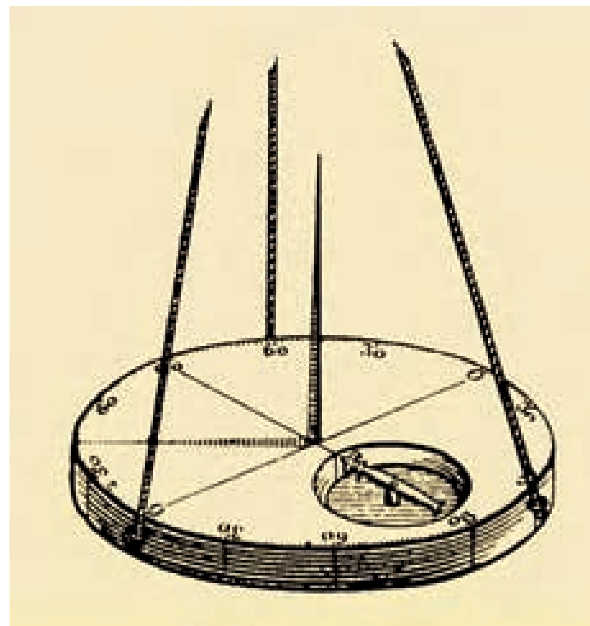
[1] İbn el-Ḫaṭīb: *el-İḥāṭa fī Aḫbār Ġarnāṭa*, 3. Cilt, Kahire 1975, s. 69-70; Brockelmann, C.: *GAL*, 2. Supplementband, Leiden 1938, s. 378. Risalenin bilinen tek el yazması Escorial kütüphanesinde bulunmaktadır 918/11 (fol. 68b-82a). Bu risale Joan Carandell tarafından incelenmiş ve yayınlanmıştır, *Risāle fī ᶜilm al-ẓilāl de Muḥammed Ibn al-Raḳḳām al-Andalusī*, Barselona 1988.

[2] Bkz. *Risāle fī ᶜilm al-Ẓilāl*, ed. Carandell, s. 208-209, 313.



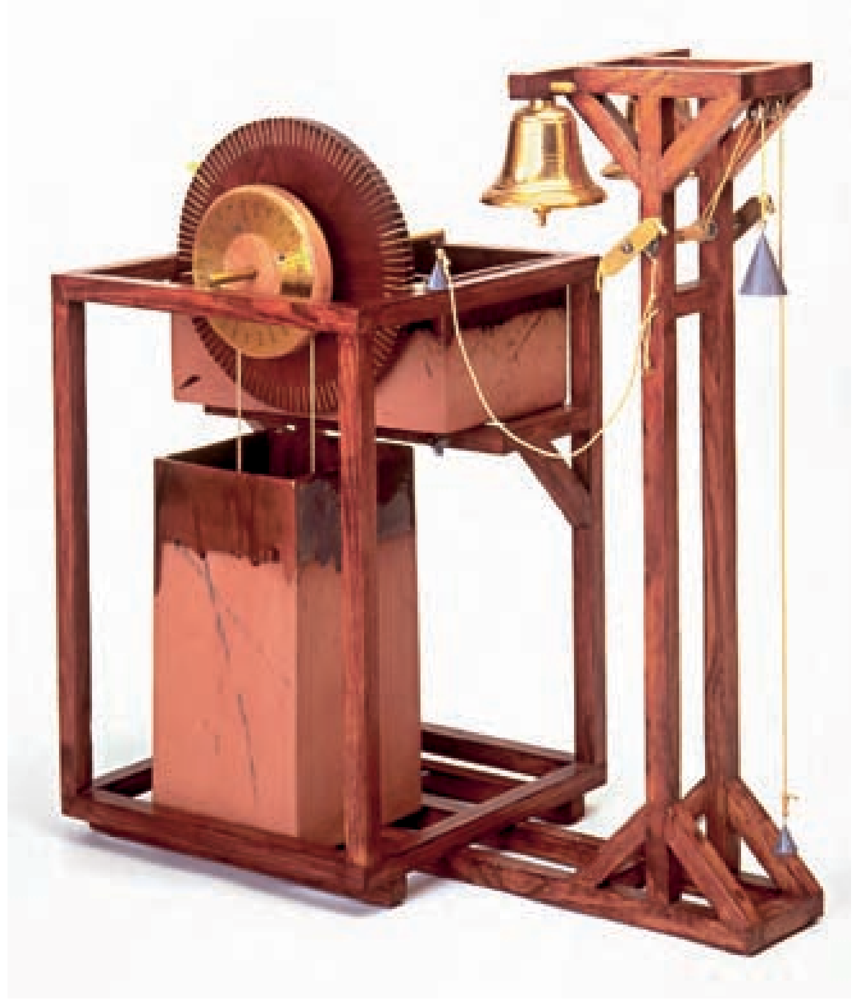
Modelimiz:
Çap: 26 cm.
Pirinç, dağlanmış.
(Envanter No: B 2.15)

Pedro Nunes (1537)'in Güneş Saati



Çizim,
Instrumentos de navegación del Mediterranéo al Pacifico'dan,
Barselona tarihsiz, s. 84.

Alarmlı
Su Saati



Modelimiz:
Ölçüler: 60 x 60 x 30 cm.
Çark ve sehpa sert ağaç.
Su haznesi kilden.
Pirinç disk hâkkedilmiş
Latin rakamlarıyla (1-24) birlikte.
Çanlar bronz.
(Envanter No: B 1.05)

Bu saat, Benedikt manastırı Santa Maria de Ripoll (Pirene Dağları eteğinde)'un 225 nolu Latince yazmasında tarif edilmektedir. Muhtemelen 13. yüzyıldan kalma yazma günümüzde Barselona'da Archivo de la Corona de Aragón'da bulunmaktadır. Saatin düzeneği el-Cezerī'nin kitabında tarif edilen ilk su saatiyle benzerlik göstermektedir[1].

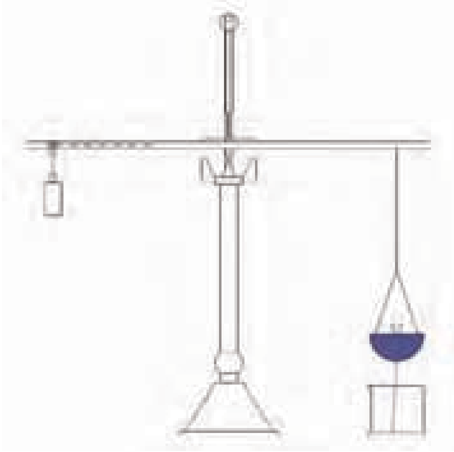
Nispeten basit düzenek, alttaki kapta [yukarıdaki kaptaki] bulunan suyun içeri akması ile yukarı doğru hareket eden ve çarkı hareket ettiren bir şamandıra aracılığıyla işler. Çarkın kenarında herhangi bir kertiğe (=saat ayarı) sokulu bir madeni levhacık, istenilen zamana, dönme esnasında bir kurşun ağırlığı aşağı düşürür. Bu, bir makaraya bağlı olan, dönme hareketine geçirilen ve yaklaşık 5 saniye boyunca çanlara çarpan bir çan tokmağının sürgüsünün açılmasını sağlar. Su, zaman süresince azalan basınç dengeleyicisi nedeniyle farklı hızda aktığı için, simetrik bir zaman belirleme mümkün değildir.

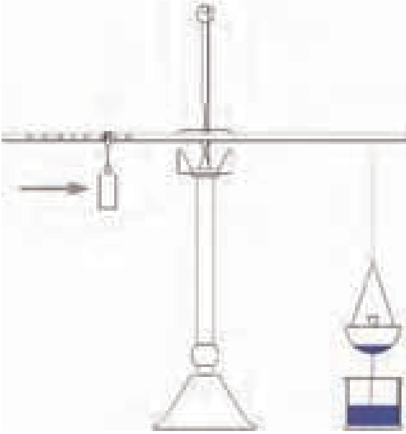
Model aynı zamanda, yapılışını tarif etmiş olan Eduard Farré (Barselona) tarafından imal edilmiştir: *A Medieval Catalan Clepsydra and Carillon*, in: Antiquarian Horology (Ticehurst, East Sussex) 18/1989/371-380.

[1] Francis Madison, Bryan Scott, Alan Kent: *An Early Medieval Water-Clock*, in: Antiquarian Horology (Ticehurst, East Sussex) 3/1962/348-353; Donald R. Hill: *Arabic Water-Clocks*, Aleppo 1981, s. 125-126; *El Legado Científico Andalusí*, Madrid 1992, s. 198.

Dakika Terazisi

el-Mīzān el-Laṭīf el-Cüzʾī







Modelimiz:
Pirinç, kısmen hâkkedilmiş.
Yükseklik: 120 cm.
Terazi kolları sürtünmesiz asma tertibatında,
en: 120 cm.
(Envanter No: B 1.11)

Mīzān el-Ḥikme[1] isimli eserinin (515/1121) sekizinci bölümünde fizikçi ʿAbdurraḥmān el-Ḫāzinī 24 saatlik gökyüzü dönüşünü ölçmeye yarayan bir “zaman terazisi” tarif etmektedir. *Mīzān es-sāʿāt ve-ezmānihā* olarak nitelendirilen bu aygıt, bir terazi koluna asılmış bir su veya kum haznesinden oluşmaktaydı ve bu hazne tam olarak hesaplanmış bir delik ile donatılmıştı. Ağırlık kaybı terazi kolundaki bir ağırlığın kaydırılması yoluyla dengelenerek geçen zaman buna uygun bir skalada okunabiliyordu, adeta dakikaların ağırlığı tartılıyormuş gibi.

“Mutlak terazi” (*el-mīzān el-küllī*) 24 saatin akışı için kurulmuştu ve buna uygun büyüklükteydi; iki kantar topuna, saatler ve dakikalar için skalalara sahipti. Modelimiz daha küçük olan, sadece bir saat süreli ve bunun için 60’lık skala (*et-taḳsīm es-sittīn*) ile donatılmış olan “dakika terazisi” (*el-mīzān el-laṭīf el-cüzʾī*)’nin rekonstrüksiyonudur.

[1] el-Ḫāzinī: *Mīzān el-Ḥikme*, Ed. Haydarabad 1359/1940, s. 164-165.

Taḳiyyeddīn'in
Mekanik Saatleri

Arap kökenli Osmanlı bilgini Taḳiyyeddīn Muḥammed b. Maᶜrūf (d. Şam 927/1521, ö. İstanbul 993/1585) 966/1559 yılında Nābulus'da kadı olarak mekanik saatler hakkındaki kitabını kaleme yazmıştı, *Kitāb el-Kevākib ed-Dürriyye fī Vaḍᶜ el-Bingāmāt ed-Devriyye*[1]. Diğerleri yanında bu kitabı 959/1552 yılında kaleme alınmış pnömatik düzenekler hakkındaki kitabı, *eṭ-Ṭuruḳ es-Seniyye fī el-Ālāt er-Rūḥāniyye*[2], öncelemiştir. Bu kitapta o, su saatlerinin yapımına belirli bir yer ayırmıştır.

Saatler kitabında Taḳiyyeddīn, Arap-İslam kültür çevresinde umumiyetle su veya kum saatleriyle uğraşılıp mekanik saatin ihmal edildiğinden şikayet etmektedir. Onu ilgilendiren, su ve kumun yanında başka bir hareket düzeneğidir. Bu düzeneğin amacı, onun dediği gibi «bir ağırlığın küçük bir kuvvet ile uzun bir süre uzak bir mesafe üzerinde hareketidir» (*cezb es̱-s̱aḳīl bi-ḳūva ḳalīle... zamanen ṭavīlen fī mesāfe baᶜīde)*[3]. Fakat burada dikkat edilmesi gereken, onun bir Perpetuum mobile (devridaim) fikrini (bkz. Katalog cilt V, s. 61) yermesidir[4].

Diğer eserlerinde dişli çark düzenekleriyle büyük bir çalışma yeteneği gösteren Taḳiyyeddīn en azından hareket sağlayan çarkı frenleyecek maşa ve bir konik cismin etrafında aşağıdan yukarıya sarılan bir zemberek fikrinde, kendisinin yaşadığı dönemde Osmanlı İmparatorluğu'na girme yolu bulmuş olan Avrupalı mekanik saatlerden esinlenmiş görünüyor. Her halükarda o, bu tür Avrupa saatlerini tanıdığını gizlememektedir. Diğer yandan mekanik saatin doğuşunda, Avrupa'nın Arap-İslam kültür çevresinden muhtemel etkilenmesi sorusu hâlâ açık durmaktadır. İslam ülkelerinde su ve civa saatlerinde çarkların geriye dönmesine engel olan ve bir sarkaç hareketi veren düzeneğin kullanıldığı bilinmektedir. Ama şu soru hala cevap beklemektedir: «Dişli çarklarla hareket eden saatlerdeki frenleyici basit maşa ne zaman ortaya çıkmıştır?»[5].

Bu kitapta Taḳiyyeddīn, ağırlık düzenekli saatler ve sarma zemberekli saatler olarak iki guruba ayırdığı yaklaşık 10 saati tarif etmektedir. Birici gruptakileri *bingāmāt siryāḳiyye*, diğer grupta olanları ise *bingāmāt devriyye* olarak isimlendirmektedir.

Zamanı, gözlem öğesi olarak kullanma düşüncesiyle Taḳiyyeddīn, büyük bir astronomik saat (*bingām raṣadī*) yapmaya sevkedilmişti. Bu saati Taḳiyyeddīn, İstanbul Rasathanesi aletlerine ayrılmış *Sidret el-Münteha*[6] isimli risalesinde ayrıntılı tarif etmektedir. Bu eserde çok ilginç bir, gezegenler modeli saati görmekteyiz. Bu saatin saatler, dereceler ve dakikaları ayrı ayrı gösteren kadranının bir çizimi, risalenin müellif nüshasında[7] günümüze ulaşmıştır:



Çizim, Tekeli, *16'ıncı asırda Osmanlılarda saat*, s. 13.

[1] Dört yazma halinde bize ulaşmıştır, bkz. *Osmanlı astronomi literatürü tarihi*, Cilt 1, İstanbul 1997, s. 206; Ed., İngilizceye ve Türkçeye tercüme Sevim Tekeli tarafından, *16'ıncı asırda Osmanlılarda saat ve Takiyüddin'in «Mekanik saat konstrüksiyonuna dair en parlak yılıdızlar» adlı eseri*, Ankara 1966.

[2] *Taḳiyyeddīn ve-l-Hendese el-Mīkānīkiyye el-ᶜArabiyye*, Halep 1987, isimli eserinde Aḥmed Y. el-Ḥasan tarafından neşredilmiştir.

[3] Tekeli, S.: *16'ıncı asırda Osmanlılarda saat*, a.y., s. 220.

[4] a.e., s. 218.

[5] Feldhaus: *Die Technik*, a.y., Sp. 1216.

[6] Tekeli, S.: *Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sında aletler bahsi*, in: Belleten (Ankara) 25/1961/213-238, özellikle s. 226-227, 237-238; aynı yazar, *16'ıncı asırda Osmanlılarda saat*, a.y., s. 11-12.

[7] İstanbul, Kandilli Rasathanesi, Yazma No. 56; Tekeli, S.: *16'ıncı asırda Osmanlılarda saat*, a.y., s. 13.



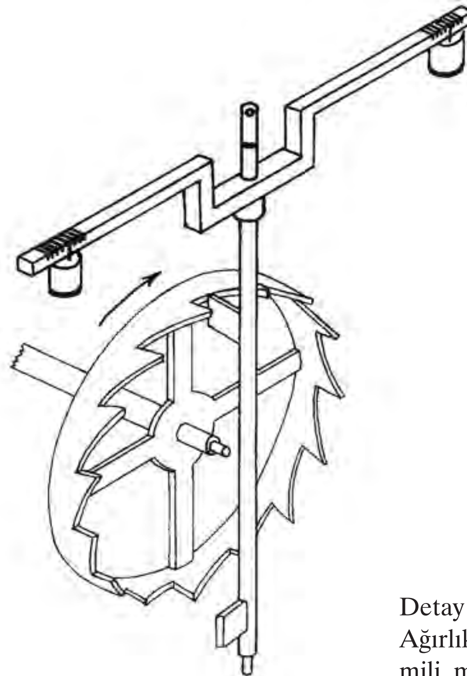
Taḳiyyeddīn'in çalışma ekibini gösteren bir minyatürden detay



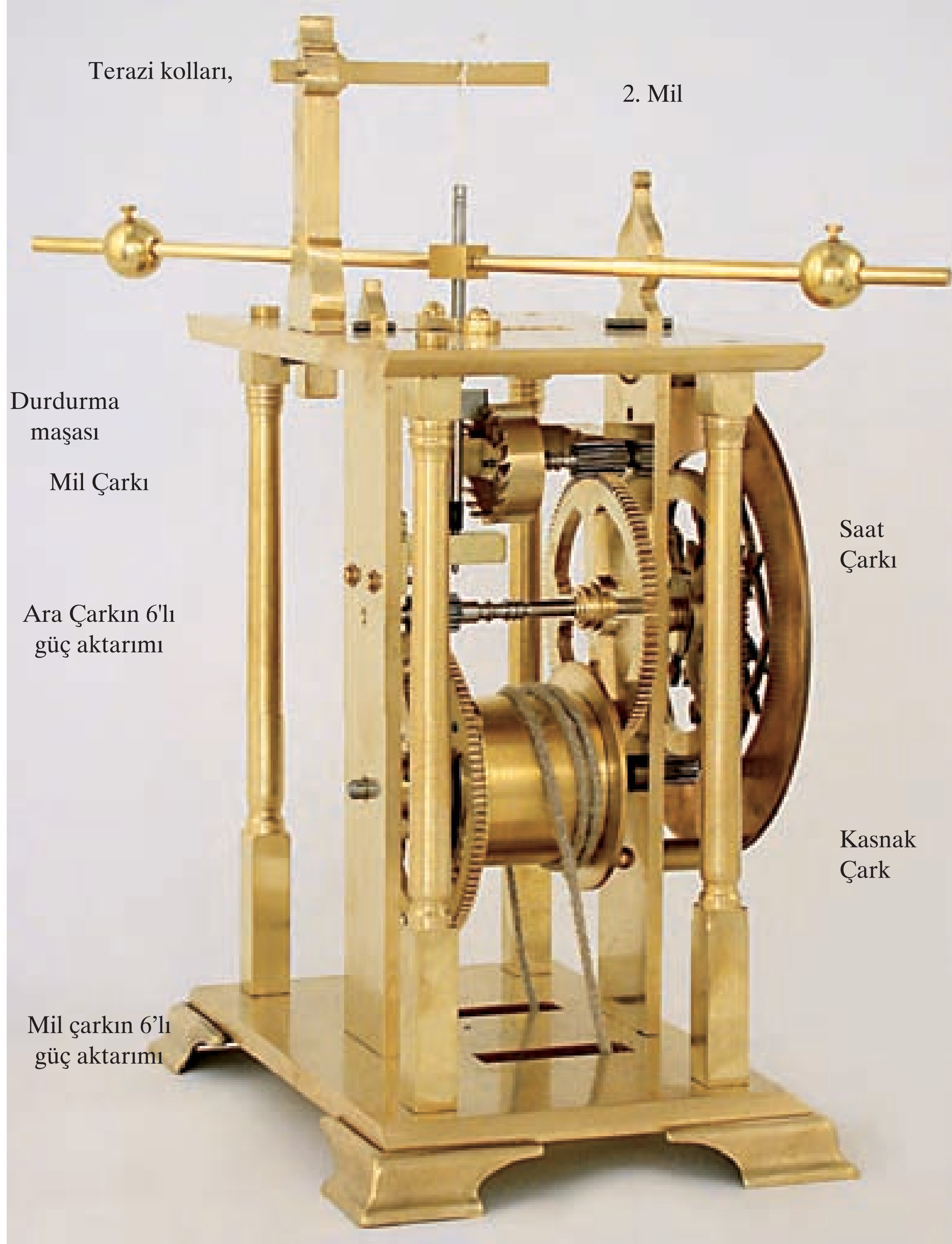
Modelimiz:
Pirinç, bakır, boncuklar (Strass-Steine).
Yükseklik: 25 cm.
(Envanter No: B 3.12)

1. Taḳiyyeddīn'in Ağırlıkla Çalışan Saati (1559)

Taḳiyyeddīn'in 966/1559 tarihli saatler kitabında tarif ettiği ağırlıkla çalışan saatlerin (*bingāmāt siryāḳiyye*) en basiti, hızı durdurma maşası aracılığıyla frenliyen bir düzeneğe sahiptir. Saatin dış görünümü ve ölçüleri metinde dile getirilmemektedir. Bu saate ilişkin belirli bir tasavvuru, Taḳiyyeddīn'in İstanbul Rasathanesi'nde meslektaşlarıyla birlikte bir çalışma sahnesinin resminde görülebilen (bkz. cilt II, s. 34f., 53 ff.) bir masa saati resmi yoluyla elde etmekteyiz.
Saati bizim için imal etmiş olan G. Oestmann ve F. Lühring (Bremen) şöyle demektedirler: «Saat, ara çarkın 6'lı güç aktarımına geçen 54 dişli bir kasnak çarka sahiptir. Bu ara çark, 48 dişe sahiptir ve 21 dişli mil çarkının 6'lı güç aktarımıyla birbirine geçmiş haldedir. Mil, ağırlıklara sahip bir terazi kolu taşımaktadır».



Detay çizim:
Ağırlık saatinin mili, mil çarkı ve mil kolları.

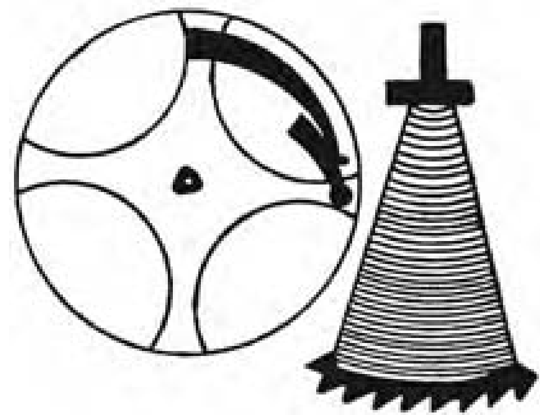

Terazi kolları,
2. Mil
Durdurma
maşası
Mil Çarkı
Saat
Çarkı
Ara Çarkın 6'lı
güç aktarımı
Kasnak
Çark
Mil çarkın 6'lı
güç aktarımı



2. Taḳiyyeddīn'in Zemberekli Çalar Saati (1559)

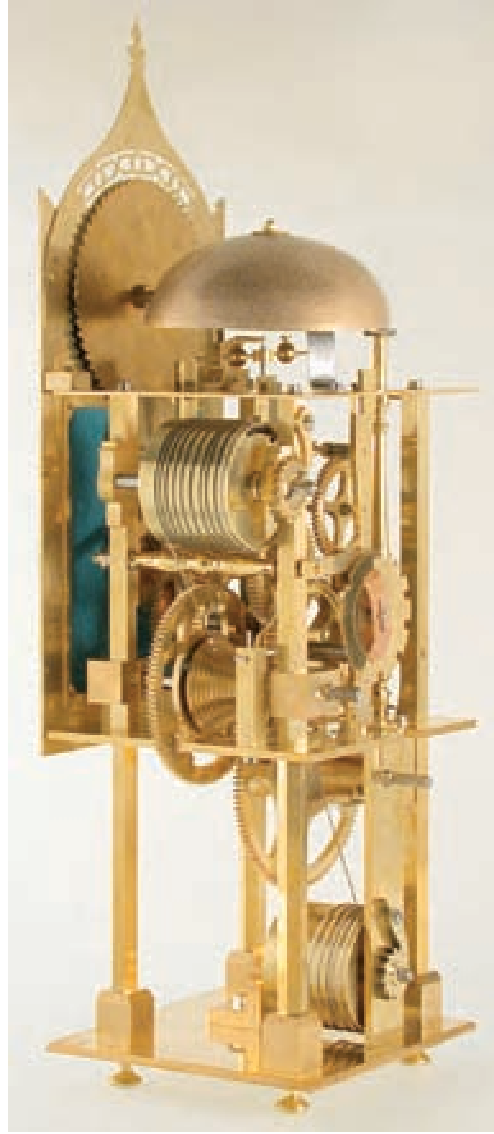
Modelimiz: a) Pirinç, çelik, ahşap. Anahtarlı zemberek. Yükseklik 40 cm. Modelimiz Eduard Farré (Barselona) tarafından imal edilmiştir. (Envanter No: 3.13)

Kitabının ikinci bölümünde Taḳiyyeddīn yaylı, çalma düzenekli ve ay evreleri, hafta günleri, saatler ve dereceler için göstergelere sahip bir saat tarif etmektedir. Enstitü müzesi için, bu saatin birbirleriyle karşılaştırıldıklarında avantajları ve dezavantajları olan iki modeli imal edilmiştir. a) Modelinin avantajı, Taḳiyyeddīn tarafından ön görülem dört göstergeli tam bir saat kadranına sahip olmasından ibarettir, buna karşın b) modelinde hafta günleri ve dereceler için olan göstergeler bulunmamaktadır. a) Modelinin dezavantajı, bu modelin, Taḳiyyeddīn tarafından açık seçik tarif edilen ve resmedilen sarmal yayı, hareket ettirme düzeneği olarak kullanmak yerine basit bir çekme yayıyla yetinmesinde yatmaktadır. Taḳiyyeddīn sadece bu spiral yayı değil, aynı zamanda çalma düzeneği için ikinci bir sipiral yayı da istemektedir. Hareket ettirme düzeneğinin farkı bir yana bırakılacak olursa, saatin çalışma düzeneği ağırlıkla çalışan saatinkiyle aynıdır.

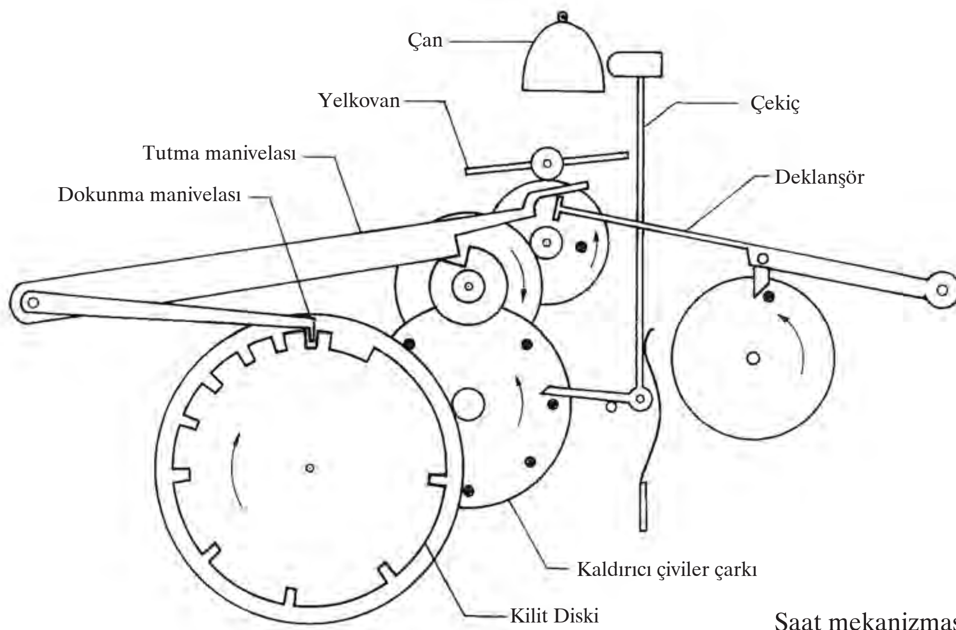


Taḳiyyeddīn'de helezoni zemberek vs., Tekeli'ye göre, s. 28.





b) Pirinç, çelik, tel ipler. Anahtarlı yay düzeneği. Yükseklik 50 cm. G. Oestmann ve F. Lühring (Bremen) tarafından imal edilmiştir. (Envanter No: 3.14)



Saat mekanizmasının taslağı (Oestmann)

Bölüm 5

Geometri

GİRİŞ

Arap-İslam kültür çevresinde matematiğin (bilmediğimiz bir zamanda *hendese* veya *ᶜilm el-hendese* olarak nitelendirilmiş olan) bu dalının oluşum tarihi aritmetiğin ve cebirinkinden daha zor takip edilebiliyor. Belki de, bu alanda da İslam öncesi dönemde ve İslam'ın erken döneminde komşu kültür çevrelerinde az çok yaygın olan bilgilerin, bu çevrelerin kültürünün taşıyıcıları aracılığıyla İslam dünyasında da verimli bir toprağa düştüğünü varsayabiliriz. Tarihçi ᶜAbdülmelik b. Cüreyc (ö. 150/767)'in bizzat kendi eliyle *terbīᶜ* (dörtgen) şeklinde çizmiş olduğu ifade edilen Mekke'deki Kabe'nin bir taslağını bizim için koruyan tarihçi el-Ezraḳī (3./9. yüzyılın 1. yarısı)'nin aktardığı bir rivayet buna tanıklık etmektedir[1]. Basit geometrik bilgileri Emevilerin ve Abbasilerin başkentlerine, Şam ve Bağdat'a, ulaştıran ilk kültür taşıyıcıları arasında ihtida edeniyle etmeyeniyle Yunanlar, Persler ve Süryaniler vardı. Hintlilerin Halife el-Manṣūr'un emriyle Arapça'ya çevrilmiş olan[2] meşhur astronomik-matematiksel kitabının, *Brāhma Sphuṭa-Siddhānta*, geometrik-trigonometrik bir bölüm içerdiği de göz önünde bulundurulmalıdır. Çeviri için gerekli terminoloji, çevirmen İbrāhīm b. Ḥabīb (veya Muḥammed b. Ḥabīb) el-Fezārī'nin daha o zamanlar kısmen malumu olmalıdır. O ve çağdaşı Yaᶜḳūb b. Ṭārıḳ bunu müteakiben kendilerini, Arapça matematiksel ve astronomik kitaplar yazma durumunda hissetmişlerdir[3].

Arapça geometrik bir kitabın en eski adı, bize, doğa filozofu Cābir b. Ḥayyān (2./8. yüzyılın ikinci yarısı)'dan gelmektedir ve *Taᶜālīm el-Hendese*'siyle[4], «Geometri Öğretileri» ulaşmıştır. Cābir okuyucuya kimya hakkındaki diğer eserlerinde de, diğer bilimlerin yanı sıra geometri alanında bilgi edinmeyi tavsiye etmektedir[5]. Onun düşüncesine göre evren, geometrik bir yapıdadır ve bu evren varlıklarının ileri düzeydeki organizasyonunda noktalar halinde sayılar çizgiyi, çizgiler yüzeyi, yüzeyler cisimleri oluşturmaktadır. Niteliksel doğaları (elementler, humores) o, geometrik olarak ifade etmektedir. Böylece mesela hayvanlarda sıcaklık kübik halde, buna karşın nemlilik ve kuruluk kare şeklinde mevcuttur[6].

Cābir, Öklid'in kitabından alıntılar yapmaktadır ve bu kitaba da bir şerh yazdığı belirtilmektedir[7]. Öklid'in *Elementler* kitabı bir kere Hārūn er-Reşīd'in saltanatı sırasında (170-193/786-809) *Kitāb el-Uṣūl* veya *Kitāb el-Usṭuḳusāt* adı altında ve bir kere de el-Meᵓmūn döneminde (198-218/813-833) aynı mütercim, el-Ḥaccāc b. Yūsuf tarafından çevrilmiş, veya revize edilmiştir (İsḥāḳ b. Ḥuneyn tarafından 3./9. yüzyılın ikinci yarısında yapılmış sonraki çeviri bir yana)[8]. Öklid'in *Elementler*'inin çevirisini, Arşimet[9], Pergæ'lı Apollonios[10], Menelaos[11], Ptoleme[12] ve diğerlerine ait kitapların çevirileri izlemiştir. Bilim tarihi bakımında göz önünde bulundurulması gereken husus, bunların tesadüfen yapılmış çeviriler olmadığı, bilakis daha o dönemde kazanılmış olan bu bilimsel alanı ele alma ve işleme olgunluğunun meyveleri olduğudur. Bu meyveler, önceki yabancı kültürlerin, yani Yunanların bilgilerini, bilgiye susamış bir toplumun arzusunu tatmin etmeye hizmet etmiş, sultanlar ve devlet adamları tarafından yönetilen ve desteklenen zihinsel akımların bir parçası olmuştur. Ayrıca bu fenomen için karakteristik olan, Arap diline doğrudan doğruya çevirilerden sonra, yorumlamalara, tamamlamalara ve genişletmelere, hatta tashih denemelerine başlanılmış olmasıdır. Bu çalışmalara katılanların dairesi hızla

[1] Ezraḳī: *Aḫbār Mekke*, Leipzig 1858, s. 111-112; bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 24.
[2] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 199-200.
[3] a.e., Cilt 5, s. 216-218; Cilt 6, s. 122-127.
[4] a.e., Cilt 5, s. 225.
[5] a.e., Cilt 5, s. 221.
[6] Bkz. Kraus, Paul: *Jābir ibn Ḥayyān. Contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam*, Cilt 2, Kahire 1942 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 68, Frankfurt 2002), s. 178-179; Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 223.
[7] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 225.
[8] a.e., Cilt 5, s. 103-104.
[9] a.e., Cilt 5, s. 121-136.
[10] a.e., Cilt 5, s. 136-143.
[11] a.e., Cilt 5, s. 158-164.
[12] a.e., Cilt 5, s. 166-174.

Bağdat sınırlarını aşmış ve tedricen İslam dünyasının en doğusundan en batısına kadar yayılmıştır. Etkinlikle yüzlerce yıl, hatta bazı bölgelerde 9./15. yüzyıla kadar sürmüştür ve sık sık varsayıldığı ve iddia edildiği gibi, her halükarda çok da erken son bulmamıştır.
Aşağıda, modern araştıma sonuçlarını temel alarak Arap-İslam bilginlerin geometri alanındaki bazı önemli başarılı işlerine ilişkin bir izlenim yaratmaya teşebbüs edeceğim.

Paraleller Öğretisi

Öklid'in *Elementler*'ininin yeniden ele alınıp işlenmesi yoluyla ulaşılan sonuçlarla başlıyoruz.
Elementler'in ikinci şârihi el-ᶜAbbās b. Saᶜīd el-Cevherī (el-Me°mūn döneminde 3./9. yüzyılın ilk üçte birinde çalışmalarını sürdürmekteydi) bütün kitabı şerh ettikten sonra, aynı kitabın yeniden ele alınıp işlenmesi veya düzeltilmesi (*iṣlāḥ*) teşebbüsünde bulunmaya ve de tamamlamalar (*ziyādāt*) yapmaya kendini yükümlü hissetmişti[13]. Düzeltme girişiminin günümüze ulaşan kısmı, Öklid'in beşinci postulatıyla ilgilidir, bu postulat: « Eğer düz bir çizgi, diğer iki düz çizgiyi bir kenardaki iki iç açının toplamı iki dik açıdan küçük olacak şekilde keserse, şu halde iki düz çizgi sonsuza kadar uzatıldığında, iki dik açıdan küçük iç açıların bulunduğu ilk çizginin aynı tarafında kesişirler.»[14]
Bu postulat (*şekl*) için el-Cevherī şu formu önermektedir: «Eğer iki düz çizgiyi herhangi bir üçüncü ile kesme esnasında karşılıklı açılar eşit ise, bu tür dereceler birbirlerine paralel ve eş uzaklıktadır.»[15] el-Cevherī tarafından ispatlama girişimi için ileri sürülen teoremler, itiraz kabul etmez değillerse de, kayda değerdir.

[13] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 243-244.
[14] *Die Elemente von Euklid*. Aus dem Griechischen übersetzt und herausgegeben von Clemens Thaer, tekrar basım Frankfurt 1997, s. 3.
[15] Juschkewitsch, A.P.: *Geschichte der Mathematik im Mittelalter*, Leipzig ve Basel 1964, s. 278; Cāvīş, Ḫ.: *Naẓariyyet el-Mütevāziyāt fī el-Hendese el-İslāmiyye*, Tunis 1988, s. 43; Jaouiche, K. (=Cāvīş, Ḫ.): *La théorie des parallèles en pays d'Islam. Contribution à la préhistoire des géométries non-euclidiennes*, Paris 1986, s. 137.

Benzer bir ispatı 1800 yılında Fransız matematikçi A.M. Legendre önermektedir[16].
Öklid'in 5. postulatını mükemmelleştirme denemesiyle el-Cevherī, yüzlerce yıllık zaman zarfında Öklid-dışı bir geometrinin eşiğine ulaşan Arap-İslam matematikçileri dairesinde bulunmaktadır. Bu yöndeki diğer adımları el-Faḍl b. Ḥātim en-Neyrīzī[17] (3./9. yüzyıl) ve S̱ābit b. Ḳurra[18] (ö. 288/901) atmıştır. 5./11. yüzyılın ilk yarısında İbn Heys̱em[19] hayli hacimli bir kitapta Öklid'in bütün postulatlarını açıklmaya çalışmıştır. Bu *Şerḥ Muṣāderāt Uḳlīdis*[20] «Öklid'in eserinin ve Araplardaki onu anlama, kritik etme ve temellendirme çabalarının yol açtığı temel tartışmaları kavrama imkanı sağlamaktadır.»[21] İbn Heys̱em bu eseri, *Ḥall Şukūk Kitāb Uḳlīdis fī el-Uṣūl*[22] («Öklid'in *Elementler* kitabındaki Kuşkuların Çözümü») olarak adlandırdığı bir başka eserle tamamlamıştır.
İbn Heys̱em 5. postulatta kaydedilen paraleller öğretisini bir hareket ettirme prensipiyle kanıtlamayı denemektedir. Bu prensip, bir düz çizgiye olan sabit uzaklığın çizgileri yine düz çizgilerdir varsamıyla sonuçlanmaktadır. 18. yüzyılda Avrupa'da matematikçiler benzer bir yolu tutmuşlardır. Onlardan birisi de Johann Heinrich Lambert (ö. 1777)'dir[23].
İbn Heys̱em'den yaklaşık yarım yüzyıl sonra büyük matematikçi, astronom, filozof ve şair ᶜÖmer el-Ḫayyām aynı konuyla uğraşmıştır. Onun matematiksel kavramlara karşı felsefi düşünüş biçimi kendisini özellikle oranlar, paraleller öğretisinde ve sayı kavramında göstermektedir. el-Ḫayyām Öklid'in *Elementler* kitabındaki postulatlara ve kavranması güç yerlere üç bölümlük bir şerh yazmıştır; son iki bölüm oranlar öğretisini, birinci bölüm paraleller öğretisini ele almaktadır.

[16] Juschkewitsch, A.P.: a.y., s. 278; Jaouiche, K.: *La théorie des paralléles*, a.y., s. 43.
[17] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 283-285.
[18] Juschkewitsch, A.P.: a.y., s. 279-280; Jaouiche, K.: *La théorie des paralléles*, a.y., s. 45-56.
[19] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 358-374.
[20] Tıpkıbasım ed. (Matthias Schramm'ın bir önsözüyle) Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 2000.
[21] Schramm, M.: *Şerḥ Muṣādarāt Uḳlīdis*'e yazdığı önsöz, s. 7.
[22] Tıpkıbasım ed. Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 1985.
[23] Juschkewitsch, A.P.: a.y., s. 280-281.

el-Ḫayyām paraleller öğretisinde, öncüsü İbn Heyṯem'de, hareketi kanıtlama aracı olarak geometride kullanmasını eleştirmektedir.
el-Ḫayyām «tabanında iki dik açılı ve de eşit kol kenarlı bir dörtgen ileri sürmektedir ve dörtgenin geriye kalan iki açısı hakkındaki üç hipotezi incelemektedir. Bu dörtgen 18. yüzyılda da İtalyan matematikçi G. Saccheri tarafından incelenmiştir ve bu yüzden sıklıkla onun adıyla tanınmaktadır.»[24]
Paraller postulatıyla evrensel bilgin Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī (ö. 672/1274) de etraflıca uğraşmıştır. Bu konu ya adanan *er-Risāle eş-Şāfiye ᶜan eş-Şekk fī el-Ḫuṭūṭ el-Mütevāziye*[25] isimli risalesinde o, öncülerin görüşlerini kritik bir incelemeye tabi tutmaktadır, burada el-Cevherī ve el-Ḫayyām'a benzer tarza hareket etmektedir. (Şu anda elimin altında bulunmayan) Öklid'in kitabına yaptığı yeniden ele alma çalışmasında (*taḥrīr*)[26] Öklid postulatını kendi postulatıyla değiştirmiş olmalıdır: «Eğer bir düzlemde bulunan iki düz çizgi bir yönde birbirlerinden ayrılarak uzayacak olurlarsa, kesişmeden yönlerine devam edemezler.»
Şu kadar var ki, paraleller öğretisi tarihinde Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī adı bu iki kitapla değil bir başka kitapla kendisine büyük bir dikkat çekmiştir. Eser eṭ-Ṭūsī adı altında 1594 yılında Giovan Battista Raimondi tarafından Typographia Medicea'da yayınlanmış olan *Taḥrīr el-Uṣūl li-Uḳlīdis*'dir. Bu kitabın Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī *Taḥrīr*'iyle aynı kitap olmadığı bugün kesindir. Yazarın kim olduğu sorusunu açığa kavuşturmam mümkün olmadı; bu nedenle gelecekteki araştırmaların bunu başarmasını ümit ediyorum. Ayrıca, burada sözkonusu olanın Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī'nin bir başka eseri olmadığı sonucu da çıkarsanamaz. Bu eser her halükarda onun diğer eserlerinin seviyesinden geri kalmıyor. Yayınlanmasından kısa bir süre sonra Oxfordlu oryantalist Edward Pococke (1604-1691) tarafından Latince'ye tercüme edildiği için bu kitap Avrupa'da büyük yaygınlık bulmuştur. En erken etkisi İngiliz matematikçi John Wallis (1616-1703)'de kendini göstermiştir. Arapça kitabın argümantasyonu «Wallis'in fikirlerine kolaylık sağlıyordu. O, Öklid postulatının yerine benzer figürlerin varsayımını yerleştirmek istemişti ve bunun için ona Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī'nin fikir silsilesi fevkalade bir imkan sundu. Bizzat kendisinin bize bildirdiğine göre Wallis 7.2.1651 (eski sitil) tarihinde Oxford'daki umuma açık konferans türü dersleri çerçevesinde buna ilişkin sunuş yapmıştır. Eserlerinde Wallis, daha sonra bu sunuşu Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī'nin *Elementler*'in 28. teoremine dair olan notlarıyla birlikte bastırmıştır.»[27]
«Wallis tarafından basılan Latince tercüme yoluyla Naṣīreddīn'in paraleller teorisine ilişkin düşünceleri bütün matematikçilere kolayca erişilebilir kılınmıştır. Bunlardan birisi de, paraleller teorisinde nihai adımı atmış olan keskin zekalı Cizvit Girolamo Saccheri (1667-1733) idi. Saccheri 1733 yılında Mailand'da yayınlanmış olan *Euclides ab omni naevo vindicatus* isimli eserinde Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī'yi etraflıca tetkik etmiştir... Haddizatında Saccheri tam olarak Naṣīreddīn'in nüfuz ettiği noktada çaba göstermiştir. Bununla o, daha sonra paraleller postulatının diğerlerinden bağımsız olduğu görüşüne ve nihayetinde Öklid-dışı geometriye götüren gelişimi hazırlamıştır.»[28]

[24] Juschkewitsch, A.P. ve Rosenfeld, B.A.: *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, Berlin 1963, s. 150; Smith, D.E.: *Euclid, Omar Khayyâm and Saccheri*, in: Scripta Mathematica (New York) 2/1935/5-10; Jaouiche, K.: *On the Fecundity of Mathematics from Omar Khayyam to G. Saccheri*, in: Diogenes (Oxford) 57/1967/83-100; Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 51-52.
[25] El yazmalar için bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 113; Ed. Haydarabad 1940 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 49, Frankfurt 1998, s. 363-434); Cāvīş, Ḫ.: *Naẓariyyet el-Mütevāziyāt*, a.y., s. 159-203.
[26] Juschkewitsch, A.P.: a.y., s. 285.
[27] Bkz. Wallis, J.: *Opera mathematica*, Cilt 2, Oxford 1693, s. 669-673.
[28] Roma'da yayınlanan bu kitap hakkındaki açıklamalar, benim ricamla 1987 yılında kitabı inceleyen ve enstitümüzün yayınları çerçevesinde planlanan bir tekrar basım için önsöz yazan dostum Matthias Schramm'a aittir. En azından burada onun mükemmel önsözünün küçük bir kısmını okuyucuya sunma fırsatını yakalamış olmaktan dolayı mutluluk duymaktayım. O zamanlar planlanan tekrar basımı ertelemek zorundaydık ve kitabı ancak 10 yıl sonra (önsöz olmaksızın) yayınlayabildik. [Çevirinin tashihleriyle uğraştığım bu an – 29. 11. 2006 – birbuçuk yıl kadar evvel kendisini kaybetmenin derin acısını dduyuyorum. Allah'tan kendisine mağfiret diliyorum. Fuat Sezgin]

Arap-İslam kültür çevresi matematikçilerinde paraleller teorisine ilişkin bu açıklamalara ek olarak şimdi onların geometrik yapı modellerindeki ve cebirsel geometrideki başarılı işlerinden bazıları anılacaktır.

Cebirsel Geometri

Öklid'in *Elementler* kitabı, ilk çevirisinden sonra yaklaşık elli yıl içersinde Arap-İslam bölgesinde tam asimile olmuş görünüyor. Terminolojik zorluklar neredeyse tamamen aşılmıştı. Ayrıca, daha 3./9. yüzyılın ortalarından önce Arşimet'in, Apollonios'un ve Menelaos'un önemli eserleri Arapça çeviri halinde mevcuttu ve içerikleriyle bir tanışıklık oluşmuştu. O dönemin bize ulaşan Arapça geometrik metinlerinin şimdiye kadarki incelemeleri, sadece yazarlarının Yunan üstadların eserlerini hakimane kullanmalarına değil, aynı zamanda kendilerine özgü yaratıcılığın belirli bir bilincine de tanıklık etmektedir. Bu tutuma dair belirgin bir tasavvuru bize, Mūsā b. Şākir'in 3./9. yüzyılın ilk yarısında Bağdat'ta faaliyet göstermiş olan üç oğlu (Benū Mūsā) vermektedir. Çalışmaları, öncülerin eserini tarafsızca ve yaratıcı olarak irdeleme yeteneğine tanıklık etmektedir. Burada, bana göre en önemli olan, bu çalışmalarda gerçekten ne kadar çok şeyin ortaya çıktığı değildir. Geometri hakkındaki kitaplarında onlar, açıyı üçe bölmek için yeni bir çözüm bulduklarını iddia etmektedirler. Bu çözümde onlar, matematik tarihinde, sonraları daha geliştirilmiş formda «Paskal Salyangozu» olarak bilinen eğriye dayanmışlardır. Böyle bir durumda onların başarılı işleri hakkındaki değerlendirmede bizim için önemli olan objektif başarılarından daha çok tutumlarıdır. Mūsā'nın oğulları, ayrıca Arşimet tarafından geliştirilen metoda dayanarak bir daire muhitinin hesabı girişiminde bulunmuşlardır, ama başka bir sunum türü seçmişlerdir. Onlar «ayrılık gösteren argümantasyon ve farklı harflerin seçimiyle Yunan örneklerinden olabildiğince uzaklaşmaya» çaba göstermişlerdir[29].

Sadece geometri alanıyla sınırlı kalmayan özgün yaratıcılık periyodu başlangıcının göze çarpan karakteristik belirtileri, Mūsā oğullarının daha genç bir çağdaşı olan Muḥammed b. ᶜĪsā el-Māhānī[30] (ö. 275/888)'nin eserlerinden günümüze kalanlarında ortaya çıkmaktadır. el-Māhānī'nin Arşimet tarafından ortaya atılan, belirli bir kürenin bir düzlem yoluyla iki segmente belirli orantıyla nasıl bölümleneceğine ilişkin soruyu yanıtlama girişimi burada ilgilendiğimiz konuyla ilişkilidir. O, bu problemi üçüncü dereceden bir denklemle çözmeyi denemeşti ama ᶜÖmer el-Ḫayyām'ın[31] daha sonra tespit etmiş olduğu gibi, başaramamıştı[32]. Bu bağlamda el-Ḫayyām şunu aktarmaya devam etmektedir: el-Māhānī'nin 4./10. yüzyılın ilk yarısında faaliyette bulunmuş olan ardılı Ebū Caᶜfer el-Ḫāzin (Muḥammed bin el-Ḥüseyn) üçüncü dereceden bir denklemi çözmeyi başarmıştır; o, kübik denklemlerin köklerini bulmak için koni kesitlerinin yeterli olduğunu açıklamıştır[33].
Ebū Caᶜfer el-Ḫāzin'den yaklaşık yarım yüzyıl sonra İbn el-Heyṣem de Arşimet tarafından ortaya atılan problemle uğraşmıştı. O da bu problemi üçüncü dereceden bir denkeme irca etmiş ve koni kesitleri yardımıyla çözmüştü[34]. Cebirsel geometri alanındaki bir diğer adımı, İbn el-Heyṣem optik kitabında (*Kitāb el-Menāẓir*) bizzat kendisi tarafından ortaya konulan problemin çözümüyle atmıştı. Bu problem, küresel bir aynada, kendisinden belirli bir yerde bulunan bir nesnenin resminin yine aynı şekilde belirli bir yerde bulunan göze yansıtıldığı hallerde, yansıtma noktasını bulmaktır. Problem İbn el-Heyṣem tarafından geometrik olarak ele alınmış ve dördüncü dereceden bir denklemle çözülmüştür[35]. Bu cildin başka bir bölümünde (s. 187), İbn el-Heyṣem'in probleminin

[29] Suter, H.. *Über die Geometrie der Söhne des Mûsâ ben Schâkir*, in: Bibliotheca Mathematica (Stockholm) 3. seri, 3/1902/259-272, özellikle s. 272 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 76, s. 137-150, özellikle s. 150); Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 248-249.

[30] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 260-262; Cilt 6, 155-156.

[31] *Maḳāle fī el-Cebr ve-l-Muḳābele*, ed. Fr. Woepcke in: *L'algèbre d'Omar Alkhayyâmî*, Paris 1851, arap. S. 2, Fransızca tercüme s. 96 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 45, s. 1-206, özellikle s. 120-203).

[32] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 35, 260, J.P. Hogendijk'a dayanarak, *The Works of al-Māhānī*, Tahran'da yapılan bir konferansın el yazma nüshası (Utrecht, 13 s.), s. 9.

[33] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 298.

[34] a.e., Cilt 5, s. 359.

[35] a.e., Cilt 5, s. 48, 359.

13. yüzyıldan 19. yüzyıla kadar Avrupalı bilginleri *Problema Alhazeni* adıyla uğraştırmış olduğu zikredilmektedir. Matematik tarihçisi Jean Étienne Montucla'nın İbn Heyṣem'in bu problemi bizzat çözebildiğinden kuşkulanmış olması oldukça esef vericidir, o şöyle söylemekteydi: «Onun, en yüksek dereceli geometriciler safhasına sokulması gerekirdi, eğer onun vermiş olduğu bu problemin çözümünü ilk gerçekleştiren kişi olduğu tespit edilecek olsaydı.»[36]

İbn el-Heyṣem'in bir çağdaşı olan Ebū el-Cūd Muḥammed b. el-Leyṣ'in[37] günümüze ulaşan risaleleri, daire ve doğru çizgilerin yeterli olmadığı problemlerin çözümünde, koni kesitlerinden yararlanıldığı matematik alanında kaydedilen hızlı ilerlemeyi göstermektedir. Ebū el-Cūd'un bu tarzda çözdüğü problemlere el-Bīrūnī'nin ona yönelttiği problemler de dahildir[38]. Ulaştığı sonuçlar, kübik denklemlerin genel öğretisinin geliştirilmesinde ona, belirli bir tarzda ᶜÖmer el-Ḫayyām'ın öncüsü rolünü kazandırmaktadır.

Burada, bir yamuğu, uzunluğu 10 olan üç kenarla ve 90 düzlem içeriğiyle resmetme problemine yönelik bir çözümünün de bize rivayet edildiği gösterilmelidir. Bu sonucu borçlu olduğumuz anonim matematikçi muhtemelen 5./11. yüzyılın ikinci yarısında yaşamıştır. Bu matematikçi $x^4 + 2000\,x = 20\,x^3 + 1900$ sonucunu veren denklemi, bir hiperbolü bir daire ile keserek çözmüştür. Yazarın, değişik cebircilerin ve geometricilerin bir müddet önce bu problemi tatmin edici bir tarzda çözemeden ortaya attıkları yönünde verdiği bilgi dikkate değerdir[39].

4./10. yüzyılın ikinci yarısında görünmeye başlamış olan, düzgün yedigenin konstrüksiyonları ve konstrüksiyon denemeleri yoluyla cebirsel geometri hayli önemli bir genişleme yaşamıştır. Bu durumların hepsinde değil, ama bazılarında problem koni kesitleri yoluyla çözülmüştür[40].

Gelişim o denli ilerlemişti ki, 5./11. yüzyılın ikinci yarısında dönemin en büyük matematikçilerinden birisi olan ᶜÖmer el-Ḫayyām kübik denklemlerin genel bir öğretisini geliştirmeye sevkedilmiştir. Bu amaca yönelik *Risāle fī el-Berāhīn ᶜalā Mesāʾil el-Cebr ve-l-Muḳābele* adlı kitabı 19. yüzyılın ortalarında Avrupa'da tanınıp yayınlanmış, Fransızca'ya çevrilmiş ve matematik tarihindeki devrimci rolü Franz Woepcke'nin mükemmel bir incelemesinde ayanbeyan ortaya konulmuştur. Cebirin artimetikten kesin bir biçimde ayırt edildiği metninde ᶜÖmer el-Ḫayyām şöyle söylemektedir: «Cebirsel çözümler bir denklem yardımıyla gerçekleştirilmiştir, yani oldukça bilinen bir tarzda değişik kuvvetlerin (potenz) identiklemesi yoluyla.» Sayıları, nesneleri veya kenarları ve kareleri, yani ikinci kuvveti aşmayanları içeren denklemler için, Öklid'in *Elemenler*'ine ve *Data*'sına dayanılan geometrik çözüm temelli sayısal çözüm izlemektedir. Dairenin ve düz çizgilerin üçüncü dereceden denklemlerde yetersizliği düşüncesi ilk olarak ᶜÖmer el-Ḫayyām tarafından dile getirilmiştir, Avrupa'da ancak 1637 yılında René Descartes tarafından tekrar formule edilmiş ve sonunda P.L. Wantzel (1837) tarafından kanıtlanmıştır[41].

ᶜÖmer el-Ḫayyām denklemleri 25 tipe ayırmaktadır. Bir tanesi linear (çizgisel)dir, yani birinci dereceden bir denklem, beş tanesi kare şeklinde, yani ikinci dereceden, diğer beş tanesi kübik (üçüncü dereceden) ama kare şeklide olanlara indirgenebilir, kalan diğer 14 denklem kübik tarzdadır, koni kesitleri yardımıyla çizilebilir ve çözümlenebilir.

Geometrik konstrüksiyon metotları o, iki durumda sayısal denklemlere uygulamaktadır. Elde edilen tek tek sonuçlardan daha önemlisi, bunların metodik yanlarıdır: el-Ḫayyām bir ve aynı sistemi birçok koni kesitleri için kullanarak eski koni kesiti öğretisinin koordinatlar sistemlerini müstakil koni kesitinden ayırmaktadır ve o, bu bağlamda haksızca Descartes'a nispetle adlandırılan dik

[36] *Histoire des mathématiques*, Cilt 1, Paris 1758, s. 359-360; Schramm, M.: *Ibn el-Haythams Stellung in der Geschichte der Wissenschaften*, in: Fikrun wa Fann (Hamburg) 6/1965/arap. s. 85-65, özellikle s. 67.

[37] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 353-355.

[38] a.e., Cilt 5, s. 353-354; ayrıca bkz. Hogendijk, J.P.: *Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon*, in: Archive for History of Exact Sciences (Berlin vd.) 30/1984/197-330, özellikle s. 223-224, 244-256, 267.

[39] Fr. Woepcke in: *L'algèbre d'Omar Alkhayyâmî*, a.y., s. 115-116 (Tekrarbasım: a.y., s. 138-139).

[40] Samplonius, Y.: *Die Konstruktion des regelmäßigen Siebenecks nach Abu Sahl al-Qûhî Waiğan ibn Rustam*, in: Janus (Leiden) 50/1963/227-249; R. Rashed, *La construction de l'heptagone régulier par Ibn-al-Haytham*, in: Journal for the History of Arabic Science (Halep) içinde 3/1979/309-387; Hogendijk, J.P.: *Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon*, a.y.

[41] Juschkewitsch, A.P.: a.y., s. 261; Juschkewitsch, A.P. ve Rosenfeld, B.A.: *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, Berlin 1963, s. 120; Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Cilt 3, 3. baskı, Berlin ve Leipzig 1937, s. 125; Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 50.

açılı koordinatlar sisteminin avantajlarını açık ve seçik bir biçimde fark eden kişidir[42].

ᶜÖmer el-Ḫayyām'ın kitabı, tıpkı Arap-İslam kültür çevresinin doğu bölgesindeki bir çok eserde söz konusu olduğu gibi Avrupa'nın malumu olmaksızın kalmıştır. Bu olguyu J. Tropfke[43] 1937 yılında şu şekilde ifade etmiştir: «Maalesef Avrupa Yakın Çağa kadar onun mükemmel eserinin daha kesin bilgisinden mahrum kalmıştır. Fermat (1637 civarı), Descartes (1637), van Schooten (1659), E. Halley (1687) vd. benzer konstrüksiyonları yeniden bulmak zorunda kalmışlardır.»

Üçüncü dereceden denklemleri ele almada ᶜÖmer el-Ḫayyām'ın hemen onu izleyen bildiğimiz ardılları Şerefeddīn el-Muẓaffer b. Muḥammed eṭ-Ṭūsī[44] (6./12. yüzyıl) ve Ġıyās̱eddīn Cemşīd b. Mesᶜūd el-Kāşī (ö. 840/1436)'dir. Sonuncusu *Miftāḥ el-Ḥisāb* isimli eserinin beşinci bölümünde, dördüncü dereceden 70 denklemin çözümünü ilk olarak kendisinin bulduğuna işaret etmektedir[45].

[42] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 50-51; daha yakın bilgi için bkz. Schramm, M.: *Steps towards the Idea of Function. A Comparison between Eastern and Western Science of the Middlle Ages*, in: History of Science, Cilt 4, Cambridge 1965, s. 70-103, özellikle s. 97

[43] Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Cilt 3, a.y., s. 133.

[44] Denklemler hakkkındaki kitabından bize ulaşan anonim bir fragman R. Rashed tarafından neşredilmiş ve Fransızca'ya tercüme edilmiştir, *Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, Oeuvres mathématiques. Algèbre et géométrie au XIIe siècle*, 2 Cilt, Paris 1986.

[45] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 68.

Trigonometri

Hintlilerin trigonometrik bilgilerinin Arap-İslam kültür bölgesine, onların astronomi ve matematik hakkındaki ana eseri olan *Brāhma Sphuṭa-Siddhānta*'nın 156/772 yılında Halife el-Manṣūr'un emriyle Arapça'ya çevrilemesinden daha önce, evvelce Fars-Sasani bilim merkezlerinin erken dönem Müslüman temsilciler yoluyla ulaşmış olduğu muhtemeldir. Yunanlarla karşılaştırıldığında Hindistan'da tirgonometri alanında, bir dairenin kirişi yerine sinüsünün getirilmesi, yani bir dairenin bir merkez açısının çift tam kirişi yerine yarım kirişiyle işlem yapılarak ileriye doğru önemli bir adım atılmıştır ve bu yolla, Yunanların bu yöndeki bilgilerine Arap-İslam bilginlerinin yapacakları gelişimi kolaylaştırmıştır. Bugünkü sinüs teriminin Arapça *ceyb* (cep) kelimesinin bir tercümesi olduğu bilinmektedir. Araplar Hintçe trigonometrik terim *civa* (yay kirişi)'yı fonetik bakımdan *cīb* olarak çevirmişler ve ifade etmişlerdir, bu daha sonra çevirmenler tarafından Latince'ye *ceyb* [Türkçe'deki cep] olarak geçmiş ve yanlış anlaşılmıştır. En eski kitaplarda yarım kiriş için *ardaciva* kelimesi de kullanılmıştır, ama daha sonra bu kavram sinüs için *cīb* olarak kısaltılmıştır. Bu yüzden Yaᶜḳūb b. Ṭāriḳ (161/777 civarı) tarafından yazılan trigonometri hakkında bildiğimiz en eski kitap *Kitāb Taḳṭīᶜ Kerdecāt el-Cīb*, «Bir Kavisin Sinüsünün Bulunması» başlığını taşımaktadır[46]. Eksik birşey kalmaması için denilmelidir ki, *Siddhānta*'nın çevirisiyle sadece kavramın bilgisi ve sinüsün fonksiyonu değil, ayrıca kosinüsün de fonksiyonu ve küçük bir sinüs çizelgesi Arap-İslam kültürünün erken devresinde tanınmıştır.

Yunanların (Keldani öncüleriyle ilişkisiz olmayan[47]) esasen Hipparch (m.ö. 2. yüzyıl) ve Menelaos (m.ö. 1. yüzyılın ilk yarısı)'a kadar giden trigonometrik bilgileri, Arap-İslam matematik-

[46] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 196.

[47] Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Cilt 5, 2. baskı, a.y., s. 12.

çilere ve astronomlara Ptoleme'nin *Almagest*[48] isimli eserinin 2./8. yüzyıldaki ilk çevirisiyle ulaşmıştır. Yunan astronom «merkez açı olarak daireye çizilmiş çift açıya ait kirişin büyüklüğünü kullanmıştır. Merkez açının büyüklüğüyle (birlikte) kirişin değişen büyüklüğü için Hipparch bir çizelge oluşturmuştu.»[49]

Yunanların tirgonometriye ilişkin temel tasavvurları Menelaos ve Ptoleme'nin eserlerinin Arapça'ya çevrilmesinden sonra birincinin tam bir dörtgen hakkındaki teoremi ve bu ikincinin en büyük küresel açısının (transversal) hesaplanmasına dair teoremi yoluyla sonraki 500 yıllık gelişim için oldukça verimli olmuştur.

Arap-İslam matematikçilerindeki Menelaos-Ptoleme'nin en büyük küresel açı (transversal) teoremiyle yaratıcı uğraşıya götüren bildiğimiz en eski saik, kuşkusuz küreseli ilk olarak ele almış el-Māhānī (250/865 civarı)'den doğmuştur. O, azimutu belirleme de en büyük küresel açı (kosinüs) teoremine eş değer olan bir teoremi üçgene uygulamıştır[50]. Bu teoremi el-Māhānī'nin Menelaos'un en büyük küresel açı hakkındaki kitabına ilişkin yaptığı şerhde keşfetmiş olan P. Luckey[51] böylece J. –B. Delambre ve A. von Braunmühl'ün Regiomontanus'un bu konuda Araplar arasında hiç bir öncüye sahip olmadığı iddialarını kesin olarak çürütebilmiştir[52].

3./9. yüzyılın ikinci yarısında tanjant kavramının ve fonksiyonunun astronom ve matematikçi Ḥabeş el-Ḥāsib'de[53] görülebilir olması trigonometri tarihinin gelişim basamaklarındandır. «İlk olarak o, astronomik çizelgeler eserinde gölge çapı (*ḳuṭr eẓ-ẓıll*) diye isimlendirdiği kosekantları 1° ila 90° lik bir çizelgede bir araya getirmiştir.»[54]

Ḥabeş'in kitabını (*ez-Zīc*) henüz bilmeyen A. von Braunmühl[55] 1900 yılında Ebū el-Vefā᾿ el-Būzecānī[56] (ö. 387 veya 388/998)'yi tanjant fonksiyonunun mucidi olarak kabul etmiştir. A. von Braunmühl'ün kitabının yayınlanmasından yaklaşık yirmi yıl sonra C. Schoy[57], el-Faḍl b. Ḥātim en-Neyrīzī[58] (4./10. yüzyılın başında ölmüştür)'nin gölge kuralı bilgisinde Ebū el-Vefā᾿'nın öncüsü olduğunu tespit etmiştir. Schoy, kıble yönünü bulmak için küresel trigonometrinin kotanjant teoreminden yararlanmış olan İbn el-Heyṯem[59] (ö. 432/1041)'i onun ardılı saymıştır.[60]. Herhangi bir yerin Mekke'den sapma açısını İbn el-Heyṯem

$$\operatorname{cotg} \alpha = \frac{\sin \varphi_1 \cdot \cos \lambda - \cos \varphi_1 \cdot \operatorname{tang} \varphi_2}{\sin \lambda}.$$

[48] İlgili bölüm için bkz. Ptolemäus: *Handbuch der Astronomie*, Almanca tercüme K. Manitius, Neuausgabe Leipzig 1963, Cilt 1, s. 24 ff.

[49] Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, a.y., s. 13.

[50] Formül için bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. s. 261.

[51] *Beiträge zur Erforschung der arabischen Mathematik*, in: Orientalia (Roma), N.S. 17/1948/490-510, özellikle s. 502 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 96, Frankfurt 1998, s. 46-66, özellikle s. 58).

[52] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 159.

[53] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 275-276; Cilt 6, s. 173-175.

[54] Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Cilt 5, s. 29; Schoy, C.: *Über den Gnomonschatten und die Schattentafeln der arabischen Astronomie. Ein Beitrag zur arabischen Trigonometrie nach unedierten arabischen Handschriften*, Hannover 1923, s. 12, 14-15 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 25, s. 198, 200-201).

[55] *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, Cilt 1, Stuttgart 1900, s. 54-61. Braunmühl Ebū el-Vefā᾿'nın *Almagest*'ini Carra de Vaux tarafından (*L'Almageste d' Abû'lwéfa Albûzdjâni*, in: Journal Asiatique (Paris) 8e série, 19/1892/408-471, Tekrarbasım in: Islamic mathematics and Astronomy serisi cilt 61, s. 12-75) erişilebilir kılınmış materyale dayanarak trigonometri açısından değerlendirdikten sonra, Ebū el-Vefā᾿'dan bir alıntıyla başlayarak şöyle demektedir: «Demek ki, eğer yarıçap 1 kabul edilecek olursa, bir yayın sinüsünün tümlerin sinüsüne olan oranının birinci gölge, tümlerin sinüsünün yayın sinüsüne olan oranının ikinci gölge olduğu açıktır. Bu notun önemi yeterince vurgulanamaz, çünkü bu, Ebū el-Vefā᾿'yı, Ortaçağı ve Rönesansı oldukça aşarak modern döneme kadar getirmektedir ve $r=1$ yapan bu düşüncenin, burada en açık ve seçik şekliyle dile getirilmiş olmasına rağmen, 18. yüzyıla kadar yarıçapın adeta tam bir unutulmuşluğa maruz kalmış yarı çapın sayı ile ifadesinin tekrarlanmış olması oldukça tuhaftır.» (Buna ilaveten, $r=1$'in Arap-İslam matematikçilerinde mutat bir yöntem olduğuna işaret edilmelidir.) «6 tirgonometrik fonksiyonun Ebū el-Vefā᾿ tarafından bu işleme sokulmasıyla dik açılı düzlemsel üçgen trigonometrisi bir dokunuşla oldukça modern bir iz kazanacak şekilde mükemmelleştirilmiştir.»

[56] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 321-325; Cilt 6, s. 222-224.

[57] *Abhandlung von el-Faḍl b. Ḥâtim en-Nayrîzî: Über die Richtung der Qibla*, in: Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-physikalische Klasse (München) 1922, s. 55-68, özellikle s. 56 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 18, Frankfurt 1992, s. 177-190, özellikle s. 178).

[58] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 283-285; Cilt 6, 191-192.

[59] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 362.

[60] Schoy, C.: *Abhandlung des al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haiṯam (Alhazen) über die Bestimmung der Richtung der Qibla*, in: Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft (Leipzig) 75/1921/242-253, özellikle s. 243-244 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 18, s. 155-166, özellikle s. 156-157).

olarak bulmuştur, burada φ_2 Mekke'nin enlemini, φ_1 bulunulan yerin enlemini ve λ her iki yer arasındaki boylam farkını ifade etmektedir.
Tanjantın Yunanlarda ve Hintlilerde henüz bilinmeyen trigonometrik bir fonksiyon olarak oluşumuna ilişkin bu açıklamalardan sonra, Menelaos ve Ptoleme'nin en büyük küresel açı teoreminin Arap-İslam matematikçilerde ve astronomlarda kaydettiği gelişime yöneliyorum. Burada söz konusu olan şu iki formüldür:

I. *AE:EB = (AU:UD) ·(GD:GB);*
II. *AB:EB = (AD:UD) ·(GU:GE).*

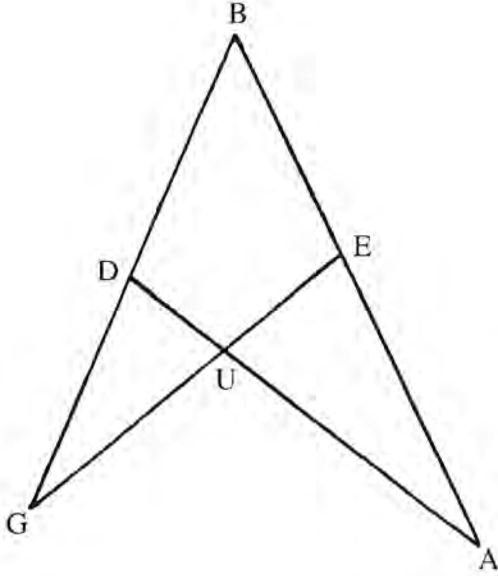


Fig. 1 (A. Björnbo)

«1. figürün düz çizgileri, en büyük fakat 180° den küçük olan (Fig. 2) küre dairelerinin yaylarıyla değiştirilirse, kavislerin sinüsü için uygun teoremler elde edilir.»[61]
Daha önce Mūsā b. Şākir'in üç oğlunun en büyüğü Muḥammed 3./9. yüzyılın ilk yarısında bu prob-

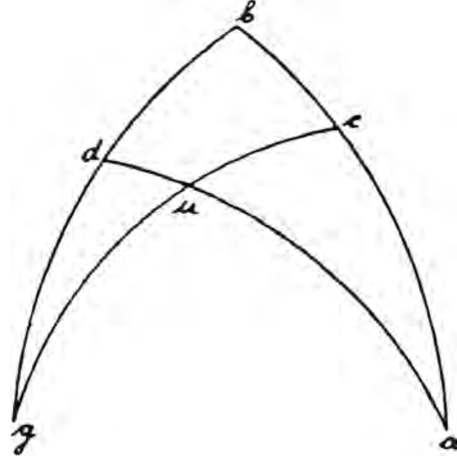


Fig. 2 (A. Björnbo)

lemle uğraşmıştı. Bununla birlikte Arap-İslam matematikçilerinden S̲ābit b. Ḳurra (3./9. yüzyılın ikinci yarısı) bu problemin ele alınışında ilk sırada zikredilmektedir. O, en azından *Kitāb fī-eş-Şekl el-Mulaḳḳab bi-l-Ḳaṭṭāᶜ* isimli eserinde küresel en büyük açı ile ilgili teoremi üzerinde ciddi bir şeklide uğraşmıştır. S̲ābit'in bu arada ayrıntılı bir biçimde incelenmiş, Ortaçağ Avrupa'sında en az iki çeviri halinde yayılmış olan eserinde[62] önemli sayılabilecek bir yenilik gözükmemektedir. Buna karşın, teoremin tarihini iyi bir biçimde bilen ve teoremin sonraki gelişimi için bizzat önemli katkıda bulunan Ebū Naṣr b. ᶜIrāḳ (4./10. yüzyılın ikinci yarısı) ve Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī (ö. 672/1274) şunu vurgulamaktadırlar: «S̲ābit de en büyük küresel açı teoremini gereksiz kılan bir teorem ortaya atmıştır, fakat bu teoremin tatbikinde bileşik oranların bilgisi şart bulunmaktadır.»[63] Ayrıca Naṣīreddīn'in yaptığı bir alıntılamadan, S̲ābit'in Menelaos ve Ptoleme'de hesaplama için temel alınan çift yayın kirişini sinüs fonksiyonuyla değiştirdiği anlaşılmaktadır. H. Suter, en büyük küresel açı teoremi hakkındaki eserin bilinen redaksiyo-

[61] Björnbo, Axel: *Thabits Werk über den Transversalensatz (liber de figura sectore)*. Mit Bemerkungen von Heinrich Suter. Herausgegeben… von H. Bürger und K. Kohl, Erlangen 1924, s. 1-2 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 21, Frankfurt 1997, s. 215-311, özellikle s. 221-222).

[62] Bu konudaki en yeni çalışma Lorch, Richard: *Thābit ibn Qurra. On the Sector-Figure and Related Texts. Edited with Translation and Commentary*, Frankfurt 2001 (Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 108).
[63] Björnbo, Axel: *Thabits Werk…*, a.y., s. 61 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 21, s. 281).

nunun S̠ābit'in gençlik dönemine ait olduğunu ve bir başka redaksiyonunun daha mevcut olması gerektiğini tahmin etmektedir[64].

Trigonometrik bilgilerin Yunanlar ve Hintliler tarafından teşebbüs edilen tashih ve son geliştirme girişimleri 3./9. yüzyılda tam bir yoğunlukla devam etmiştir. Bu faaliyetlere katılan birçok bilginin çabalarının ne derecede olduğunu hiç bir yazar el-Bīrūnī'nin matematiksel coğrafyanın temel eseri kabul edilebilecek *Taḥdīd Nihāyāt el-Emākin li-Taṣḥīḥ Mesāfāt el-Mesākin*[65] isimli eserinde yaptığı gibi canlı tasvir etmemektedir. Yoğun çalışmanın ve bu yardımcı bilimin desteklenmesi yönündeki mükemmel koşulların sonucunda, 4./10. yüzyılın sonuna doğru küresel trigonometri tarihinde bir dönüm noktasına ulaşıldı. Üç bilginin hemen hemen aynı zamanda, değişik yerlerde küresel üçgenin kenarlarını ve açılarını hesaplamada nihai bir çığır açtıkları kanaatine ulaşmaları şaşırtıcıdır ve dönemin zihinsel olgunluğuna işaret olarak anlaşılabilir. Bu bilginler Ebū el-Vefāʾ el-Būzecānī, Ḥāmid b. el-Ḫıḍr el-Ḫucendī ve Ebū Naṣr Manṣūr b. ᶜAlī İbn ᶜIrāḳ'dır. Bunun hakkında el-Bīrūnī'nin bazı eserlerinde, özellikle *Meḳālīd ᶜİlm el-Heyʾe*'de[66], anonim bir eser olan *Cāmiᶜ Ḳavānīn ᶜİlm el-Heyʾe* (5./11. yüzyıl)'de[67] ve Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī (672/1274)'nin *eş-Şekl el-Ḳaṭṭāᶜ*[68] başlıklı eserinde bilgiler bulmaktayız. Adı geçen üç bilgin tarafından ortaya konulan başarılı işlerin matematik tarihi bakımından önemini ve onlardan her birinin payına düşen katkılara ilişkin soruyu 1940 yılında Paul Luckey maharetle ortaya koymuştur. el-Bīrūnī'nin daha sonra keşfedilen *Meḳālīd ᶜİlm el-Heyʾe* isimli eseri kullanamamış olmasına rağmen, anılan *Cāmiᶜ* isimli anonim eser temelinde *Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung*[69] adı altında verdiği sunumu değerini bugüne kadar korumuş ve başka hiç bir çalışma tarafından aşılamamıştır. Luckey şöyle yazmakta: «İslam dünyasındaki matematikçilerin gerçekten devrim yaratan bağımsız başarısı, 1000 yılı civarında küresel üçgenin kenarlarının ve açılarının fonksiyonları arasında formüllerin kurulmuş olmasıdır, özellikle küresel sinüs teoremi. Menelaos teoreminin hantal tam dörtgeninin yerine şimdi üçgen geçmektedir ve Menelaos formülündeki 6 parçanın yerine sadece 4 parça geçmektedir. Burada gerçek küresel trigonometrinin veya sferik üçgen hesaplamasının doğuşuna tanık olmaktayız. Yalın sferik üçgen tam dörtgenden daha basit bir figürdür ve bu yalın üçgen 6 parçaya sahiptir, 3 kenar ve 3 açı, hedef bu parçaların dördü arasında bir formül bulmak olabilir.»

«Burada modern küresel trigonometinin [kurulma] şansı ve aynı zamanda modern geometrinin ikilik ve karşılık prensibinin doğuş şansı kendini göstermektedir. Çünkü kutupsal üçgene şimdi daha doğal bir yol ulaşmaktadır. Yunanlar tarafından henüz ortaya atılmamış sferik bir üçgenin açılarından kenarlarını hesaplama problemi, uygun açıların miktarında olan yayları küre üzerine, yukarıda nitelendirilen Yunan tarzında tersim etmeyi ısrarla tavsiye etmektedir. Fakat bu yaylar, yeter derecede uzatılarak, kutupsal üçgeni oluşturmaktadır. Gerçekten de Araplar bu problem yoluyla kutupsal üçgene ulaşmışlardır. Bu ilk olarak sadece eṭ-Ṭūsī'de görülmemektedir (bkz. Arapça 152-153 = s. 197-198)...»[70]

«Eski Çağ'dan modern küresel hesaplamaya dönüşüm bundan sonra ilk önemli nitelik olarak az çok bilinçli karara sahiptir. Bu karar, yayların sinüslerinin yanı sıra küresel şekillerin açılarının sinüslerini de kullanmak ve bu açıların sinüsleriyle, artık Ptoleme'nin yaptığı gibi, bu açı için ölçüt olan yayı her defasında tarif etmeyi gerektirmeyen bir çalışma stiline ulaşmaktır. Demek ki termino-

[64] Björnbo, Axel: *Thabits Werk…*, a.y., s. 5 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 21, s. 225); Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 37.

[65] Ed. P. Bulgakov, Kahire 1962 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 25, Frankfurt 1992); İngilizce tercüme Jamil Ali, *The Determination of the Coordinates of Positions for the Correction of Distances between Cities*, Beyrut 1967 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 26, Frankfurt 1992); Şerh E.S. Kennedy: *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd el-Emākin*, Beyrut 1973 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 27, Frankfurt 1992).

[66] Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 266-267; ed. ve Fransızca'ya çeviri M.-Th. Debarnot, Dımeşk 1985.

[67] Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 64-65.

[68] Ed. ve Fransızca'ya çeviri Alexandre Pach Carathéodory, *Traité du quadrilatère*, İstanbul 1891 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 47, Frankfurt 1998).

[69] in: Deutsche Mathematik (Leipzig) 5/1940/405-446 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 77, Frankfurt 1998, s. 137-178).

[70] Luckey, P.: *Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung*, a.y. s. 412 (Tekrarbasım: a.y., s. 144).

lojik araştırma alanında şu soru ortaya çıkmaktadır: Yayların sinüslerinin, daha doğrusu açıların sinüslerinin yanı sıra ilk olarak teoremler halinde küresel şekiller hakkında ne zaman ve nerede konuşulmuştur?»

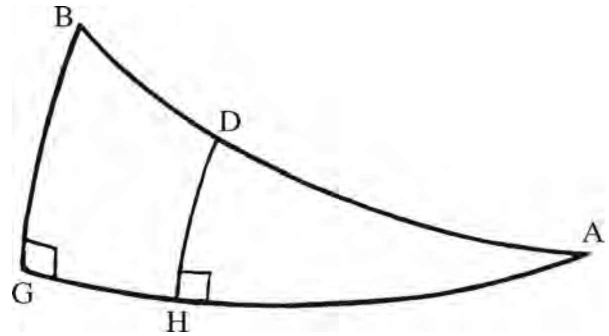
«Böylece bu bağlamda yeni küresel hesaplamanın çığır açışının ikinci önemli kriteri şu sorudur: Üçgenlerle mi işlem yapılmaktadır?»

«İlk olarak ve herşeyden önce, alanın uzmanı bir çağdaş tarafından küresel sinüs teoreminin mucitleri diye nitelendirilmiş olan adamların bu iki kriter bağlamında nasıl davrandıklarının araştırılması bence yararlıdır. Bilindiği üzere, el-Bīrūnī'nin tanıklığına göre astronom Ebū el-Vefāʾ el-Būzecānī, Ebū Naṣr ve el-Ḫucendī bu temel teşkil eden teoremi bulmuş olma ünü konusunda tartışmışlardır.»[71]

Bize ulaşan, küresel sinüs teoremine ve kullanımlarına adanmış bir risalede[72] Ebū Naṣr, Ebū el-Vefāʾ'nın daha önce eski küresel en büyük açı teoremi ile işlem yaptığı iddiasına karşı çıkmaktadır. Ebū Naṣr kendisini şu şekilde savunmakta: «Azimutlar hakkındaki eserinin 2. bölümünün 17. teoreriminde o, küresel sinüs teoremini ortaya koymuştur, ama o eserin çerçevesinde daha ileri gitme fırsatı bulamadığı için sadece dik açılı küresel bir üçgen için... Bununla birlikte Ebū Naṣr, Ebū el-Vefāʾ'nın kendisinden önce bizzat herhangi bir üçgen için olan küresel sinüs teoremini yayınlanmış bir eserde, yani Almagest'inde, ispatladığını ve muhtemelen de kullandığını reddetmemektedir. el-Bīrūnī'nin, eṭ-Ṭūsī'nin bildirdiğine göre, bu kuralı bütün durumlara uygulaması nedeniyle önceliğin Ebū Naṣr'a tanınması gerektiği yönündeki açıklaması buna tam olarak uymaktadır. Bu, eğer hocasına diğerlerinin önünde öncelik veriyorsa öğrencinin sadakatına bir delildir. Fakat bir kimsenin bu teoremi bütün durumlara uygulamış olması, bir teoremi bulma önceliği kriteri olarak kabul edilebilir mi? el-Bīrūnī'nin bu açıklamasında daha çok satır aralarında, hocası Ebū Naṣr'ın bu teoremi bulmanın gerçek, yani zamansal önceliğini iddia edemeyeceği itirafı yatmakta değil midir?»[73]

Bana göre daha doğru olarak « en büyük küresel açı teoremini gereksiz kılan teorem» yerine «en büyük küresel açı teoremini tamamlayan teorem» olarak Almanca'ya yerleşmiş olan teoremin isimlendirme kökeni henüz itiraz götürmez bir biçimde aydınlatılmış değildir[74]. el-Bīrūnī'ye[75] göre bu niteleme Kuşyār b. Lebbān[76] (4./10. yüzyılın ikinci yarısı)'dan gelmektedir. *Kitāb eş-Şekl el-Ḳaṭṭāʿ*'da Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī[77] «<Bedel Teorem> kelimesini küresel sinüs teoremine mahsus kılmıştır, yeni teoremlerin hepsi için, yani bu bedel teorem için, ekleri ve tanjant prensipi için kapsamlı bir ifadeyi <en büyük küresel açı teoremi yerine geçen elementler> (*uṣūl teḳūm... maḳām eş-şekl el-ḳaṭṭāʿ*) kullanmıştır.»[78]

Anonim bir eser olan *Cāmiʿ*'den Luckey[79] Ebū Naṣr'ın bir kanıtına yapılmış olan eki tercüme etmektedir:



[71] Luckey, P.: *Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung*, a.y. s. 413 (Tekrarbasım: a.y., s. 145).

[72] *Risāle fī Maʿrifet el-Ḳusīy el-Felekiyye Baʿḍihā min Baʿḍ bi-Ṭarīḳ Ġayr Ṭarīḳ Maʿrifatihā bi-ş-Şekl el-Ḳaṭṭāʿ ve-n-Nisbe el-Müʾellefe*, bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 339; Haydarabad baskısının, 1948, tekrarbasımı in: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 28, Frankfurt 1998.

[73] Luckey, P.: a.e., s. 416 (Tekrarbasım: a.y., s. 148).

[74] a.e., s. 419 (Tekrarbasım: a.y., s. 151).

[75] Bkz. *Al-Bīrūnī. Kitāb Maḳālīd ʿİlm el-Heyʾe. La trigonométrie sphérique chez les Arabes de l'Est à la fin du Xe siècle. Édition et traduction par Marie-Thérèse* Debernot, Dımeşk 1985, s. 143.

[76] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 343-345; Cilt 6, s. 246-249.

[77] *Kitāb Şekl* (!) *el-Ḳaṭṭāʿ*, a.y., Metin s. 89, tercüme s. 115.

[78] Luckey, P.: a.e., s. 418 (Tekrarbasım: a.y., s. 150).

[79] a.e., s. 418 (Tekrarbasım: a.y., s. 150).

«*Eğer AB* (bkz. yukarıdaki resim) *bir çeyrek daire ise, BG, BAG açısının ölçüsüdür (ḳadr) ve AB çeyrek dairesinin sinüsü yarıçap BH'dır ve AHD dik açısının sinüsüne eşittir. Bundan dolayı öyleyse AD sinüsünün DH sinüsüne olan oranı {AB sinüsüne eşit olan} AHD açısının sinüsünün HAD açısının sinüsüne {yani BG sinüsü...} olan oranına eşittir.* Eğer yazar tarafından açıklama amacıyla yapılan, benim [Luckey söylüyor] kuyruklu parantez içerisinde verdiğim ilave atlanacak olursa, modern trigonometriye sıçrayışın gerçekleştiği görülür. Sözkonusu olan, açıların sinüsleridir ve teorem bir üçgen teoremidir, yani H'de dik açılı AHD üçgeni için sinüs teoremi:

Sin *AD* : Sin *DH* = Sin *AHD* : Sin *HAD* 'dır.»

Sinüs teoremini bulmada zamansal öncelik sorununa ilişkin Luckey şöyle demektedir[80]: «Delambre, Carra de Vaux, Bürger ve Kohl'ün Ebū el-Vefā'da gerçek küresel sinüs teoreminin varlığına ilişkin bize aktardıklarından, anılan buluşun önceliğini kendisine vermemiz gerektiğine inandığımız bu bilginin terminolojik ifadeler bakımından nasıl hareket ettiğine, özellikle onun Ebū Naṣr gibi açıkça bir açının sinüsünden bahsedip bahsetmediğine ilişkin kesin bir bilgi elde edemedim. Bu soruyu cevaplandırmak gelecek araştırmalara kalmış olacaktır ...»

el-Bīrūnī, geçen yüzyılın yetmişli yıllarından itibaren ancak bilinen ve 1985 yılından beri edisyonu yapılmış ve Fransızca'ya çevrilmiş olan (bkz. s. 134) «Astronominin Anahtarları» (*Maḳālīd ᶜİlm el-Heyᵓe*)[81] adlı kitabında küresel astronominin dört veri öğretisine ilişkin daha önceleri yapılan çabaların belirli bir tarihi sunumunu vermekte ve bu yönde İslam dünyasının doğusunda ulaşılan bilgi seviyesi hakkında berrak bir tasavvur aktarmaktadır. «Tanjant teoremi» anlamındaki *eş-şekl eẓ-ẓıllī* nitelemesi el-Bīrūnī'den gelmektedir. O, Ebū el-Vefāᵓ tarafından yaratılan denklemler temelinde bunu sistematik olarak ortaya koymuştur[82]. Burada, el-Bīrūnī'nin, öncüleri tarafından astronominin yardımcı araçları olarak kazanılan küresel tirgonometrinin prensiplerini matematiksel coğrafyanın yararına kullanan ilk kimse olduğuna da işaret edilmelidir. Bağdat ve Gazne arasındaki boylam farklılığını bulmada elde ettiği sonuçlar yoluyla yeryüzününün matematiksel olarak kavranmasında yeni bir periyod başlamıştır[83].

Son zamanlarda İslam dünyasının batısından çıkan bir kitap da ünlenmiştir; el-Bīrūnī'nin daha genç bir çağdaşı Ebū ᶜAbdullāh Muḥammed İbn Muᶜāẕ (471/1079 yılında hala yaşıyordu)[84] tarafından yazılmış olan *Kitāb Mechūlāt Ḳusī el-Küre* isimli kitap[85]. Bu kitap A dik açılı küresel bir üçgen için $\cos \alpha = \cos a \cdot \cos \beta$ formülün denklik bilgisini ifşa etmektedir[86]. Şimdiye kadar biraz farklı formda olan ve Regiomontanus (1436-1476)'dan bilinen bu kosinüs teoremi Cābir b. Eflaḥ (6./12. yüzyıl)'ın eserinin Latince tercümesiyle ilişkilendirilmişti[87]. Tropfke'ye göre[88] Regiomontanus *De triangulis omnimodis* isimli eserinin dördüncü kısmında Cābir'in türevlerine hemen hemen kelimesi kelimesine bağlı kalmış bulunuyor.

Arap-İslam geometrisinin temel eserini Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī (672/1274)'ye borçluyuz. Bu kitap *Kitāb eş-Şekl el-Ḳaṭṭāᶜ* başlığını taşımaktadır. Matematik historiyografyası için, bu kitabın Osmanlı Devletinin o zamanki dışişleri bakanı olan Alexandre Pacha Carathéodory tarafından 1891 yılında Fransızca'ya tercüme edilmiş olması (bkz. s. 133) ve bu sayede trigonometrinin büyük tarihçisi A. von Braunmühl tarafından uygun bir biçimde değerlendirilebilmesi şanslı bir sonuçtur. Hatta Braunmühl bu kitabı özel bir incelemede

[80] Luckey, P.: a.e., s. 420 (Tekrarbasım: a.y., s. 152).
[81] Bkz. Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 266-267.
[82] *Kitāb el-Maḳālīd ᶜİlm el-Heyᵓe*, a.y., 131.

[83] Sezgin, F.: a.e., Cilt 10, s. 156-161, 167-168.
[84] a.e., Cilt 5, s. 109.
[85] Villuendas, M.V.: *La trigonometría europea en el siglo XI. Estudio de la obra de Ibn Muᶜāḏ, El Kitāb maŷhūlāt*, Barcelona 1979 (Edisyon, tıpkıbasım, İspanyolca tercüme ve şerh).
[86] Bkz. a.e., Giriş s. XXXV.
[87] Bkz. von Braunmühl, A.: *Nassîr Eddîn Tûsi und Regiomontan*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 71/1897/31-69, özellikle 63-64 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 50, Frankfurt 1998, s. 213-251, özellikle s. 245-246); aynı yazar, *Vorlesungen*, a.y. Cilt 1, s. 81-82; Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Cilt 5, s. 131-133; P. Luckey, a.y., s. 422 (Tekrarbasım: s. 154).
[88] Tropfke, J.: *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Cilt 5, s. 137.

Regiomontanus'un kitabıyla karşılaştırmıştır (bkz. s. 135). Çalışmada Regiomontanus'un «kendine özgü yaratıcı faaliyetinin» neden ibaret olduğuna ilişkin bir kanaat edinmek istemiştir ve trigonometiriyi Avrupa'da bağımsız bir disiplin halinde şekillendirme başarısının Regiomontanus'a ait olduğu yönündeki görüşün ne dereceye kadar ger çeğe uyduğunu gözden geçirmek istemiştir[89].

Braunmühl Naṣīreddīn'in kitabının üçüncü bölümünde «düzlemsel üçgenin eksiksiz bir trigonometrisi»ni aktardığını tespit etmiştir. Böyle bir öğretinin gerekliliğini Naṣīreddīn şu cümle ile temellendirmektedir: «Hem astronomide hem de şekilleri araştırmada, dikkenar düz çizgili bir üçgenin kenarlarını ve açılarını birbirinden hesaplama metotlarını bilmek çok avantajlıdır.»[90] Braunmühl şöyle devam etmekte: «Bu kelimelerden, onun tirgonometriyi astronomik hesaplamalar için artık sadece bir yardımcı araç olarak değil, bilakis geometrik çalışmalar için de önemli bir disiplin olarak görülmesini istediği anlaşılmaktadır. Fakat bu arada Naṣīreddīn önce Yunanların kiriş metodlarını kullanarak sadece dik açılı üçgende ortaya çıkan durumları değil, ayrıca küresel açılı üçgenin bütün durumlarını da ele almakta, modern metodu temel teorem olarak izleyip iki delil ile desteklediği sinüs teoremini ortaya koymaktadır.»

«Bu delillerin ilki, Regiomontanus'un, eserinin ikinci kısmında vermiş olduğu ve şimdiye dek tartışmasız olarak onunmuş sanılan delille tamamiyle uygunluk göstermektedir.»[91]

Braunmühl, Regiomontanus'un el-Ferġānī'nin, el-Battānī'nin, ez-Zerḳālī'nin ve Cābir b. Eflaḥ'ın kitaplarını ve de *Libros del saber de astronomía* isimli eseri kullanmış olduğunu olası saymaktadır. Bununla beraber eğik açılı üçgen için sinüs teoremi deliline gelince, bu konuda Naṣīreddīn ile görüş birliği tamamiyle şaşırtıcı bir şey olarak karşımıza çıkmaktadır, çünkü ona temel teşkil eden düşünce tarzı, her ikisi için de gerçekten ilk olarak kendisini göstermektedir.»[92] Braunmühl ayrıca, eğik açılı küresel bir üçgenin açısını üç kenardan hareketle hesaplama probleminin Regiomontanus'da rastlanan bu çözümünün Naṣīreddīn'in kitabındakinin aynısı olduğunu tespit etmiştir. Bu bağlamda Braunmühl üçgenin üç kenarını açılardan bulma problemi bahsine ulaşmaktadır ve Naṣīreddīn'in tamamlayıcı (supplementar) üçgeni veya kutupsal (polar) üçgeni kullanarak ulaştığı çözümün sonradan Willebrord Snellius (1580-1626) adını taşıyan çözümün ta kendisi olduğunu fark eden ilk kişidir[93]. Braunmühl'ün değerli çalışmasında, Naṣīreddīn'in ve Regiomontanus'un eserlerinde aynı çözümlerin birçok önemli problemde görülmesinin, «her iki kişinin eserleri arasında bir bağlantı bulunmadığı»ndan Regiomontanus'un başarısını azaltmadığı görüşüne katılamıyorum[94]. Braunmühl kendi döneminde muhtemelen zorunlu olarak böyle bir düşünceye ulaşmıştı, çünkü o Regiomontanus'un Naṣīreddīn'in kitabıyla olan tanışıklığını bir Avrupalı çeviri olmaksızın tasavvur edemiyordu. Gerçi bugüne dek böyle bir çeviri bilinmemektedir, fakat bunun için daha başka bağlantı yolları bilinmektedir. Bu yollar üzerinden Arap-İslam kültürünün daha sonraki yüzyıllardaki önemli edinimleri kişisel ilişkilerle veya kişisel kullanım amaçlı olarak yapılmış çeviriler yoluyla Avrupa'ya ulaşmıştır. Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī'nin kitabı meselesinde ben, İslam dünyasında geniş ölçüde tanınan bu kitabın içeriğinin, Regiomontanus ve Georg Peurbach ile Viyana'da bir araya gelmiş olan[95] Konstantinopel'in sabık patriği Kardinal Bessarion aracılığıyla aktarılmış olabileceği görüşündeyim. Naṣīreddīn'in kaynakları vermedeki özenine Regiomontanus tarafından riayet edilmememiş ise, bu durum Braunmühl'ün kelimeleriyle «bu yüzden çok sert tenkit edilmemelidir, çünkü böylesi bir durum onun zamanında hemen hemen genel olarak kökleşmiş idi.»[96]

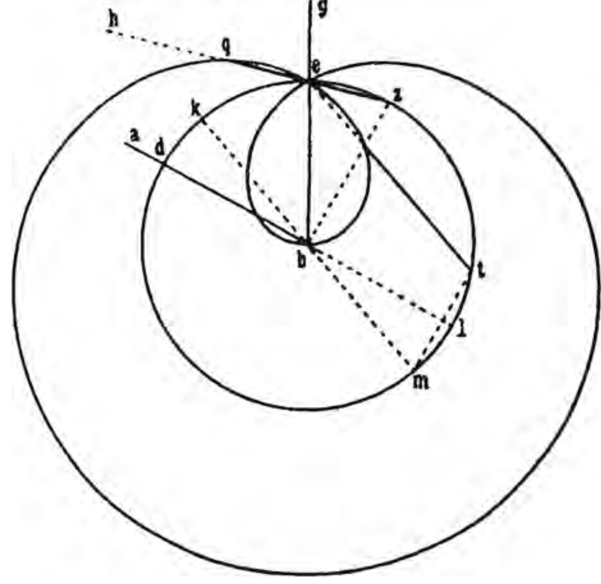
[89] von Braunmühl, A.: *Nassîr Eddîn Tûsi und Regiomontan*, a.y., s. 33 (Tekrarbasım: s. 215).
[90] Naṣīreddīn: *eş-Şekl el-Ḳaṭṭāʿ*, a.y., arap. S. 51, terc. 67; von Braunmühl, A.: *Nassîr Eddîn Tûsi und Regiomontan*, a.y., s. 37 (Tekrarbasım: s. 219).
[91] von Braunmühl, A.: *Nassîr Eddîn Tûsi und Regiomontan*, a.y., s. 37 (Tekrarbasım: s. 219).
[92] a.e., s. 39 (Tekrarbasım: s. 221).
[93] a.e., s. 50-51 (Tekrarbasım: s. 232-233).
[94] a.e., s. 51-52 (Tekrarbasım: s. 233-234).
[95] Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 57-58.
[96] von Braunmühl, A.: *Nassîr Eddîn Tûsi und Regiomontan*, a.y., s. 58-59 (Tekrarbasım: s. 240-241).

Geometri Aletlerinin Kullanımı

İslam öncesi kültürlerde kullanılan geometri aletlerine ilişkin bilgilerin geometrinin ilk temel düzeydeki bilgisinin İslam kültürüne girme yolu bulduktan hemen kısa bir süre sonra Arap-İslam ülkelerine ulaşmaya başladığı rahatlıkla tasavvur edilebilir. Muḥammed, Aḥmed ve el-Ḥasan adlı Mūsā b. Şākir'in üç oğlunun 3./9. yüzyılın ortalarında, bir eğri çizgi çizerek açıyı üçe bölmek için kendilerini bir çözüm önerisinde bulunma konumunda hissetmeleri matematik tarihi bakımından oldukça önemlidir. Karl Kohl[97] onların düzlemsel ve küresel şekillerin ölçümü konusundaki[98] (*Kitāb Maʿrifet Misāḥat el-Eşkāl el-Basīṭa ve-l-Küriyye*) risalelerinin Latince tercümesine dayanarak 1923 yılında bu üç kardeşin çiziminin tarihi önemine ilişkin soruyu araştırmıştır. Risalelerinin konuyla ilgili bölümünü özet olarak Almanca'ya çevirmiştir[99]: «Bundan başka, bir açıyı üç eşit parçaya bölmemizi sağlayan bir yardımcı aracın bulunduğunu ispatlayabiliriz.»

Benū Mūsā ilkin dar açıdaki (bkz. şekil), daha sonra geniş açıdaki yöntemi ispatlamaktadırlar: «Ayrıca bilinmektedir ki, üç eşit parçaya bölmek istediğimiz açı dik açıdan daha büyük ise, bunu yarıya bölebiliriz ve ayrıca iki yarımdan birisini, yukarıda olduğu gibi, üç eşit parçaya böleriz; böylelikle anlaşılmaktadır ki, açının bir dik açıdan daha büyük olan üçüncü parçasını buluyoruz ve bu da göstermek istediğimiz şeydir.»

Kohl[100] buna ilaveten şöyle söylemektedir: «Sunumun açık ve seçikliğinde, konstrüksiyona özel bir açıklama eklemek gerekli değildir. Vurgulanması gereken: Öncülerin çözümünde üçe bölmeye az çok tecrübe etme yoluyla ulaşılırken, burada Benū Mūsā, Avrupa'daki kullanımından oldukça önce, hareketi sistematik bir çözüm aracı olarak kullanmaktadırlar.»



Kohl devam etmekte: «Burada ortaya çıkan eğri, daha önce anıldığı gibi, Paskal Salyangozu ile aynıdır. Elbette Benū Mūsā, çizimlerinin öneminin bilincinde değillerdi. Bu başarı Stephan Pascal'a aittir, yani Nikomedes (m.ö. 70 civarı)'in konkoit'inin aksine, tek bir, bir defa çizilmiş olarak mevcut olan Paskal Salyangozu ile bir açının üç eşit parçaya bölümlenebilmesi. Fakat Benū Mūsā'nın bunu tanımamış oldukları, onların geniş açının üçe bölümlemesi hakkında realize ettiklerinden açıkça anlaşılmaktadır.»

1874 yılında Maximilian Curtze[101], Kopernik'in, Öklid'in 1482 edisyon tarihli *Elementler*'inin elinde bulunan nüshasındaki dördüncü kitabın sonunda, açının üçe bölünmesi bağlamında Nikomedes'in *De conchoidibus*'unu kullandığına ilişkin (yanlış) izlenim uyandıran bir bilgi vermiş olmasına dikkat çekmiştir. Nikomedes'in kitabının günümüze ulaşmadığı (Araplara da ulaşmamıştır) için Curtze doğru tahminde bulunmaktadır: Kopernik'in kaynağı Benū Mūsā'nın kitabının yukarıda bahsedilen Latince tercümesi olabilir.

[97] *Zur Geschichte der Dreiteilung des Winkels*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 54-55/1922-23/180-189 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 76, Frankfurt 1998, s. 151-160).

[98] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 251-252.

[99] *Zur Geschichte der Dreiteilung des Winkels*, a.y., s. 182-183 (Tekrarbasım: a.y., s 153-154)

[100] a.e., s. 183 (Tekrarbasım: s. 154).

[101] *Reliquiae Copernicanae*, in: Zeitschrift für Mathematik und Physik (Leipzig) 19/1874/76-82, 432-458, özellikle s. 80-81, 448-451.

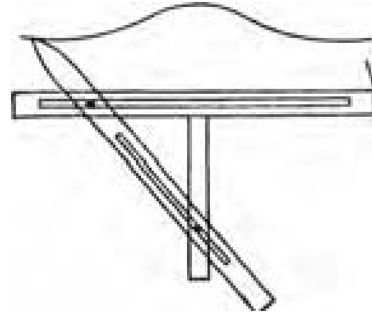
Onların Paskal Salyangozu ile yaptıkları çözümü Curtze Yunanca kaynaklara dayandırmaktadır, muhtemelen Pseudo Arşimet'in *Lemmata*'sı olan *Kitāb el-Meʾḫūẕāt*. Benū Mūsā'nın Nikomedes'i anmadıklarını ve bu probleme yönelik çözümlerinin de ne Nikomedes ne de pseudo Arşimet'in *Lemmata*'nınkiyle aynı olmadığını sonradan K. Kohl ispatlamıştır[102].

Nikomedes adı altında Arap matematikçilere konkoit pergeli olarak tanınan bir alet ulaşmıştır[103]. Matematikçi Ebū Caᶜfer Muḥammed b. el-Ḥüseyn el-Ḫāzin *Risāle fī İstiḫrāc Ḫaṭṭeyn beyn Ḫaṭṭeyn Mütevāliyeyn Mütenāsibeyn min Ṭarīḳ el-Hendese es̱-S̱ābite*[104] isimli risalesinde bu alet ve bu aletle çözülebilecek problem hakkında bilgi vermektedir, orada aletin çizimli bir sunumunu vermekten feragat etmektedir. O, Eutokios'un teoremini kanıtıyla birlikte yeniden vermektedir. Daha sonra, bu aleti ahşaptan yeniden yaptığını ve bununla problemin gerçekten çözülebilirliğini belirlediğini söylemektedir. Bununla birlikte problem, bir hiperbol ile çözülecek olursa, sabit geometrinin yolunda gidilmiş olur, yani hareket geometrisinden uzaklaşılacağını söylemektedir[105].

Problem şudur: Belli bir noktadan geçen ve verilen bir doğruyu kesen diğer bir doğru veriliyor; bu iki doğrunun birbirlerini verilen bu uzunlukla hangi noktada kesebilecekleri aranıyor.[106]



AB doğrusu, C noktası, CC' kesen çizgisi ve B ile D arasındaki uzaklık verilmiş olsun; aranan kesit noktası D'dir. Bu problemin kaynağı olarak Ebū Caᶜfer el-Ḫāzin, Eutokios (m.s. 6. yüzyıl)'un107 eski geometricilerin sözlerini topladığı bir kitabını anmaktadır[108].



Konkoit pergelinin taslağı, M. Cantor'dan (*Vorlesungen*, cilt 1, s. 351)

Teorik ve pratik geometri alanında üçüncü dereceden eğrilerle ve konik figürlerin yüzeylerinin ve volümlerinin ölçümüyle nispeten erken ve yoğun uğraşı Arap-İslam kültür çevresinin matematikçilerini bunun için gerekli olan ve öncülerinden öğrenmedikleri veya kendilerine ulaşmayan pergelleri icat etmeye sevketmiştir. el-Bīrūnī (ö. 440/1048), usturlap disklerinde projeksiyon kutbunun küre üzerinde değil de, eksenin başka bir yerine yerleştirilir yerleştirilmez koni kesitlerin çizimine gidildiğini söylemektedir (bkz. s. 152)

Parabolün alanının hesabıyla ve koni kesitlerin çizimiyle yoğun bir biçimde uğraşan büyük mate-

[102] *Zur Geschichte der Dreiteilung des Winkels*, a.y., s. 181 (Tekrarbasım: a.y., s. 152); Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 149-150, 246-248.

[103] *Zur Geschichte der Dreiteilung des Winkels*, a.y., s. 186-189 (Tekrarbasım: s. 157-160).

[104] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 306.

[105] Yazma Paris, Bibliothèque nationale, ar. 2457, fol. 298b; krş. K. Kohl, a.y., s. 186-187 (Tekrarbasım: a.y., s. 157-158).

[106] Cantor, M.: *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*, 3. Baskı, Cilt 1, Leipzig 1907 (Tekrarbasım: New York ve Stuttgart 1965), s. 351.

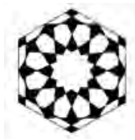
[107] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 188.

[108] Yazma Paris, Bibliothèque nationale, ar. 2457, fol. 298a.

matikçi İbrāhīm b. Sinān b. S̱ābit (ö. 335/946) koni kesitleri resmetmek için henüz hiç bir özel pergel bilmiyordu. O, elipsleri, hiperbolleri ve parabolleri eskiden olduğu gibi bazı noktaları belirledikten sonra basit bir pergel ve bir cetvel yardımıyla çizmiştir (bkz. s. 152). Bugünkü bilgiye göre, Ebū Sehl el-Kūhī (4./10. yüzyılın ikinci yarısı) Arap-İslam kültür çevresinde koni kesitlerin çizimine yönelik bir pergelin yapımını tarif etmiş olan ilk kişidir. Onun yaptığı alet daha sonraları Hibetullāh b. el-Ḥuseyn el-Bedīᶜ el-Asṭurlābī (ö. 534/1140) tarafından belirli bir iyileştirme yaşamıştır (bkz. s. 152).

Geometri aletlerinin kullanımına yönelik bu satırlar bazı problemlerin çözümünde sabit pergel açıklığı hakkındaki soruyla sonlandırılacaktır. Buna dair W.M. Kutta'nın *Zur Geschichte der Geometrie mit constanter Zirkelöffnung*[109] adlı 1897 yılında yayınlanan bir incelemesinden faydalanma imkanına sahibiz. Çalışmasının çerçevesi içerisinde Kutta, Ebū el-Vefāᵓ el-Būzecānī[110] (ö. 387 veya 388/998)'nin kitabında, geometrik problemlerin çözümünde sistematik pergel açmanın ilk gerçek denemesini belirlemiştir[111]. Bunu birkaç örneğe dayanarak ispat ettikten sonra Kutta şu panoromayı vermektedir: «İmdi, matematik tarihinin bunu takip eden yarım bin yılı bize, geometrik problemlerin böylesine denemelerine ilişkin hiçbir örnek verememektedir. Bir çok alanda olduğu gibi bilim alanında da yeni yüzleri ve düşünce çevrelerini tanıtan ve eskileri, unutulmuş olanları yeniden açığa çıkaran 15. yüzyılın dönümünde, Rönesansın zirvede olduğu bir dönemde, ilk olarak bu tür çözüm denemeleriyle karşılaşmaktayız. Ve bunlar sanatçı ismini taşıyan iki kişidir: Lionardo da Vinci ve Dürer. Bunlar çok yönlülüklerinde matematiksel eğilimlerini tutkuyla izleyerek yüzeysel de olsa bu alana değinmişlerdir.»

Son olarak burada matematik tarihi bakımından olduğu gibi ayrıca kartografi tarihi bakımından da önemeli olan ve şimdiye kadar bilinmemiş bir nokta anılmalıdır. Bu, derecelendirilmiş haritaların kullanımıyla birlikte Hint Okyanusu'ndaki deniz seferi sırasında Arap-İslam denizcileri için vazgeçilmez olan pergel açısı ile işlem yapmadır[112].



109 Yayınlandığı yer: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 71/1897/69-104 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 61, Frankfurt 1998, s. 235-270).

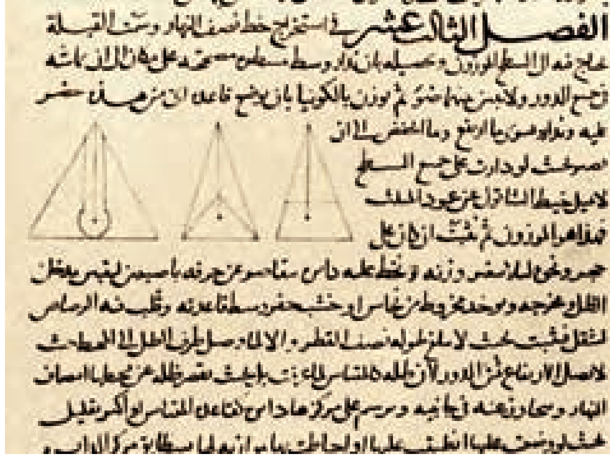
110 Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 321-325.

111 Kutta, W.M.: *Zur Geschichte der Geometrie mit constanter Zirkelöffnung*, a.y., s. 74 (Tekrarbasım: a.y., s. 240).

112 Sezgin, F.: a.e., Cilt 11, s. 267-268.

Tesviye Aletleri

Kaide olarak ikiz kenar üçgenli veya kareli tesviye aletleri belli ki en yaygın tipleriydi. Bunlar Ḳuṭbeddīn eş-Şīrāzī (ö. 710/1311)'nin *et-Tuḥfe eş-Şāhiyye fī ᶜİlm el-Hey*ᵓ*e*'sinde[1] *kūniyā* adı altında «hint dairesi» ile bağlantılı olarak anılmıştır.



الفصل الثالث عشر في استخراج خط نصف النهار وسمت القبلة

Çizim, eş-Şīrāzī *et-Tuḥfe*,
Paris Yazması



Pirinç modeller,
yükseklik: 30 cm.
(Envanter No: D
1.04 ve D 1.05)



[1] Yazma Paris, Bibliothèque nationale, ar. 2516, fol. 102a.

İbn Sīnā'nın Tesviye Aracı

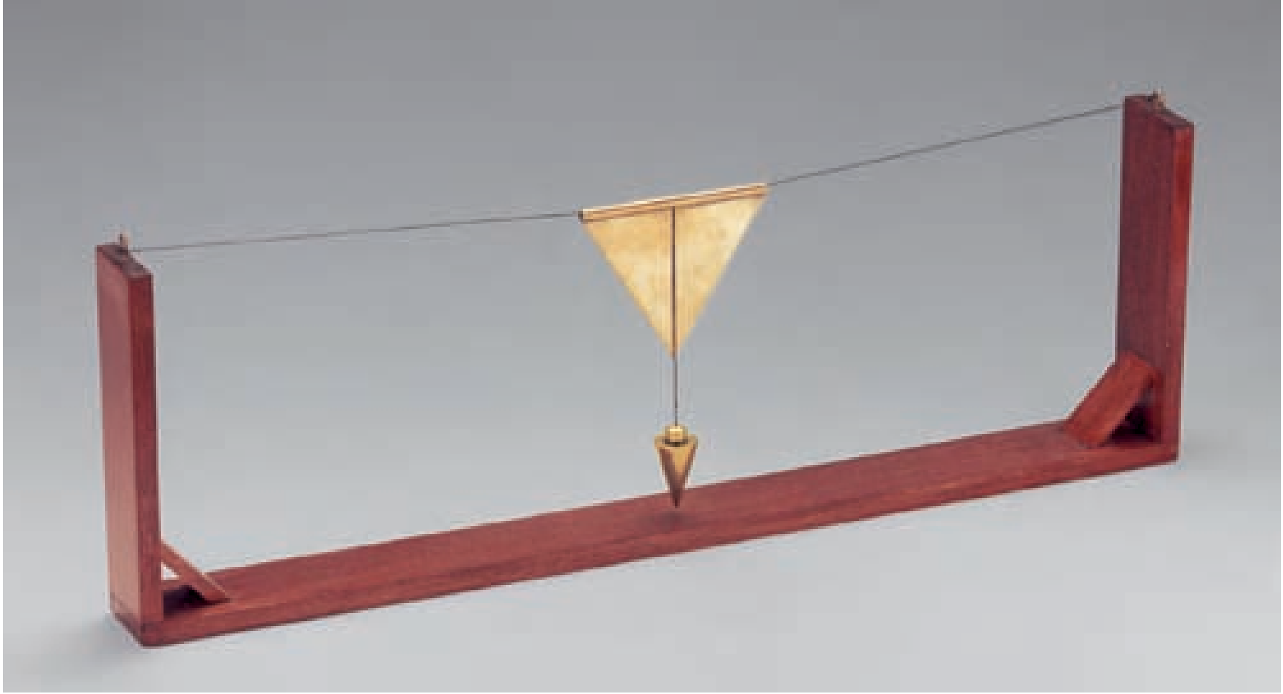


Modelimiz:
Pirinç gnomon, yapı renkli.
Pirinç küvet, altın yaldızlı.
Yükseklik: 28 cm.
(Envanter No: D 1.27)

Yıldız yüksekliklerini belirlemeye yarayan ve bacakları yaklaşık 3,5 metre uzunlukta olan (bkz. II, s. 26) bir gözlem aletinin tarifi sırasında İbn Sīnā (ö. 428/1037) bir tesviye aracını tanıtmaktadır. Yuvarlak bir küvet, suyun yüksekliği tam olarak küvetin kenarıyla örtüşene kadar su ile doldurulur. Su bulanık veya renklendirilmiş olmalıdır[1]. Tesviye tarzını İbn Sīnā «meridyen çizgisini belirlemek için düz bir yüzey ve bir gnomon imal etme» hakkındaki risalesinde ele aldığı bir gnomonu dikey yerleştirme sorusu ile bağlantılı olarak sunmaktadır[2].

[1] Wiedemann, Eilhard (Th.W. Juynboll ile ortak çalışma): *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument*, in: Acta orientalia (Leiden) 11/1926/81-167, özellikle s. 110 (Bu her iki çalışmanın Tekrarbasımı: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte* Cilt 2, s. 1146).

[2] «Dikilmesi gereken bir cismi yani gnomonu sınamada benzer şekilde işlem yapılır. Gnomon torna tezgahından (*Cehr*) geçirilmiş ise, gnomona hemen hemen tekne kenarı yüksekliğinde dairesel bir çizgi tekne zemini üzerinde döndürülür.» «Gnomon tekne zeminine dikilirse ve bu dairesel çizgi teknenin ortasındaki su yüzeyine taşınırsa, böylece gnomonun horizontta tam olarak dikey durduğu bilinir. Eğer suyun gnomona komşu olan kısmı bulanık (*kedir*) veya siyahlaştırılmış ise, su ve su yüzeyinin işaretlenen, yani çekilen çizgi ile örtüşüp örtüşmediğini bilmek için maksada en uygun olan budur, çünkü saf mavi su bakışı yanıltır. (Bu durumda suyun içinde kabın zemini, gnomonun alt kısmı görülür; bu durum ışık yansımasıyla bozulabilir.) Bazen birinci sonuncuyla örtüşmez ve kişi bunların örtüşdüğüne inanır; diğer yandan bazen birinci sonuncuyla örtüşür ve kişi bunun muhtemel olmadığına inanır. Anlatılan tarzda suyun siyahlığıyla meridyen çizgisinin belirlenmesinde dikkatli olunmalıdır» (E. Wiedemann, a.y., s. 110-111; tekrarbasım s. 1146-1147).



Endülüs'te Tesviye Terazileri

Modelimiz (*murcīḳal*): Pirinç üçgen, kenar uzunluk 10,5 cm, şakül ve ipler. Yatay destek, aracı bir vitrinde sergileyebilmek için tarafımızdan yerleştirilmiştir. (Envanter No: D 1.06)

Almeria'dan Endülüslü bilgin Ebū ᶜOs̠mān Saᶜīd b. Aḥmed İbn Luyūn (ö. 750/1349) [1] «zeminin nasıl düzeltileceği ve su akışının nasıl kolaylaştırılacağına dair»[2] didaktik bir şiirde [*urcūze*] *cefne* («kase») ile bağlantılı olarak *murcīḳal* («yarasa», İspanyolca *murciélago*), *mīzān* («terazi») ve *ḳubṭāl* («lata», Latince *cubitale*) adlarıyla üç tip tesviye aracı anmaktadır.

Murcīḳal ile tesviye etme «şu şekilde gerçekleşmektedir: Bir arşın uzunluğunda iki sopa 10 arşın aralıkta zemine veya uygun bir yere dikilir, bir sopanın ucundan diğerinin ucuna bir sicim (*şerīṭ*) çekilir ve *murcīḳal* sicimin ortasına asılır. *Murcīḳal*, ortasında bir çizgi çekilmiş ahşap bir üçgenden oluşmaktadır; ayrıca bu üçgenle, ucuna ağırlık (kurşun şakül) takılmış bir ip (*ḫayṭ*) hafif çe dokunma halindedir. Eğer bu, *murcīḳal*'in orta çizgisinin ve onun yere dönük ucu üzerine düşecek olursa, iki sopa arasında bulunan yerler aynı yüksekliğe sahiptir. Fakat ip çizgiden sapma gösterirse, biraz aşağıda olan sopa yukarı doğru kaldırılır veya yüksek olan sopa aşağı indirilir, ta ki denge doğru olana kadar (ağırlık ayarlanır). Daha sonra kişi sopalardan birisiyle yeri değiştirir ve tekrar tartar ve sonuna kadar devam ettirir.»[3]

[1] Brockelmann, C.: *GAL*, Suppl. –Cilt 2, s. 380; Kaḥḥāle: *Muᶜcem el-Müˀellifīn*, Cilt 4, s. 210.

[2] *İbdāˀ el-Melāḥa ve-İnhāˀ er-Recāḥa fī Uṣūl Ṣınāᶜat el-Filāḥa* başlığı altında eksik olarak Granada'da günümüze ulaşmıştır (bkz. Brockelmann, a.y.), bir de ayrıca Fleischer, H.L.: *Über Ibn Loyón's Lehrgedicht vom spanisch-arabischen Land- und Gartenbau*, in: Kleinere Schriften, Cilt 3, Leipzig 1888, s. 187-198.

[3] Wiedemann, E.: *Zur Technik bei den Arabern* (= Beiträge zur Geschächte der Naturwissenschaften. X), in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 36/1906/307-357, özellikle s. 317-318 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 282-283).



Modelimiz (*ḳubṭāl*'li *mīzān*): Ahşap ayak, ağırlaştırmak için gömülü pirinç dolgularla birlikte, temel: 50 cm. Şakül pirinç. (Envanter No: D 1.07)

İbn Luyūn tarafından tarif edilen tesviye araçlarından ikincisi «inşaat işçileri terazisi (*mīzān*)»dir. Bu aletle tesviye «şundan ibarettir: Tam bir *ḳubṭāl* her iki ucu sabitlenerek yere ya da bir binanın duvarına uzatılır. Daha sonra sen teraziyi *ḳubṭāl*'in ortasına veya duvarın ortasına yerleştirirsin. Terazi, ortasında bir çizgi çekili dörtgen bir odun parçasından oluşmaktadır. Bu çizginin yukarısında, ucuna bir germe ağırlığı (*s̲aḳḳāle*) asılı olan bir ip bulunmaktadır ...»[4]



Tesviyenin küçük küvet ve latalı üçüncü tipi aşağı yukarı, daha önce İbn Sīnā tarafından kendi tesviye aletiyle önerilen yönteme (s. 141) tekabül etmektedir. Su ile doldurulmuş bir küvet (*cefne*) aracılığıyla tesviye edilmesi gereken yüzeyin durumunu İbn Luyūn çanağın üzerine yatırılan bir lata (*ḳubṭāl*) ile kontrol etmektedir.

Modelimiz (*ḳubṭāl*'li *cefne*): Kare biçiminde pirinç tekne: 12 x 12 x 33 m. (Envanter No: D 1.09)

[4] a.e., s. 317 (Tekrarbasım: s. 282); ayrıca bkz. Wiedemann, Eilhard (Th.W. Juynboll ile ortak çalışma): *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument*, a.y., s. 158 (Bu her iki çalışmanın Tekrarbasımı: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften*, a.y., s. 1194).

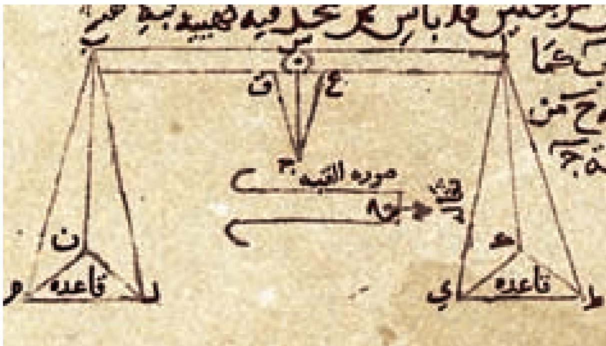
el-Marrākuşī'nin tarif ettiği üç Tesviye Aracı



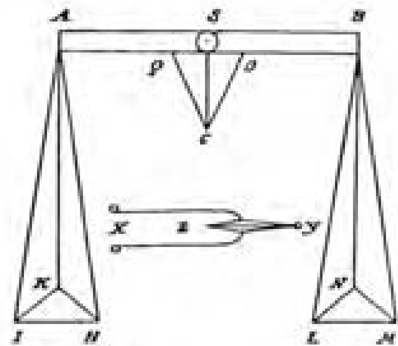
el-Marrākuşī tarafından tarif edilen ilk tesviye aleti. Modelimiz: Pirinç, en: 52 cm. (Envanter No: D 1.28)

Ebū ʿAlī el-Ḥasan b. ʿAlī el-Marrākuşī (ö. 660-680/1260-1280 civarında) çizimlerle birlikte üç tesviye aletinin tarifini vermektedir:

1. «Bükülmemesi için bakırdan veya oldukça sert bir ağaçtan yeteri derecede kalın, iyi kesim bir AB çubuğu alınır, S noktasında iki eşit parçaya bölümlenir ve orada merkez nokta olarak S ile birlikte yuvarlak bir delik oyulur: Çubuğa bir OCQ dili takılır, öyleki bu C ucundan sallandırılan şakül AB'ye dik olarak CS ile örtüşür. Daha sonra bakırdan veya ahşaptan eşit büyüklükte üçgen tabanlı iki ayak AKHI ve BNLM alınır. Çubuk aynı yükseklikteki bu iki ayak üzerine özenle sabitlenir, burada IAO açısı NBQ açısına eşittir. Dört köşeli ayaklar da aynı görevi yapar. Daha sonra terazininki gibi bir xy askısı alınır ve terazilerde yapıldığı gibi sabitlenir, böylelikle askının iç ucunun z noktası dilin noktasının tam olarak karşısında bulunur, bu haliyle alet doğrudur; en sonunda bir kurşun ağırlık y ucuna asılır. –Alet kontrol edilmek istenen yüzeye dikilir; askının iç ucu dilin ucunun dikey yönünde ise, yüzey yataydır.»[1]



Çizim, el-Marrākuşī'de



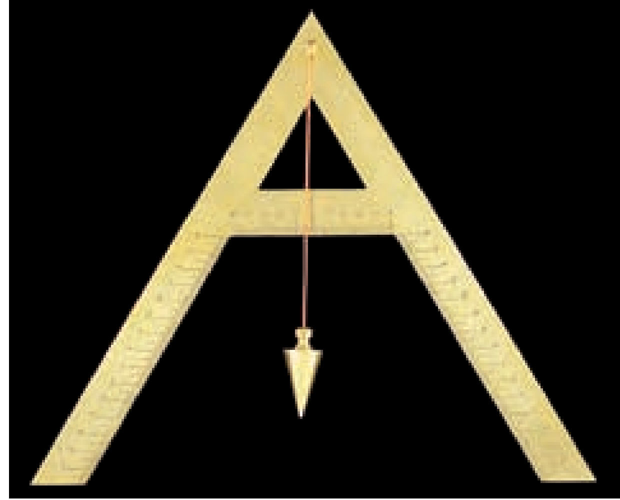
Çizim, Th. Ibel'de

[1] el-Marrākuşī: *Cāmiʿ el-Mebādiʾ ve-l-Ġāyāt fī ʿİlm el-Mīḳāt*, tıpkıbasım edisyon Frankfurt 1985, Cilt 1, s. 187-188; Almanca tercüme Ibel, Thomas: *Die Wage im Altertum und Mittelalter*, Erlangen 1908, s. 161 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 45, Frankfurt 2001, s. 165); Fransızca tercüme Sédillot, J.-J. ve L.A.: *Traité des instruments astronomique des arabes*, Paris 1834 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 41, Frankfurt 1998), Cilt 1, s. 376-377.

2. el-Marrākuşī tarafından tarif edilen ve bir çizim ile donatılan ikinci tesviye aracı, ortada dikey duran kolları, temele paralel bir pirinç veya ahşap cetvelle birleştirilen eş kenar bir üçgenden oluşmaktadır. Dik duran kolların tepe noktasından bir şakül asılmıştır. Tesviye sırasında şakül cetvelin işaretlenen merkez noktasına temas etmelidir[2].



Çizim, el-Marrākuşī'de

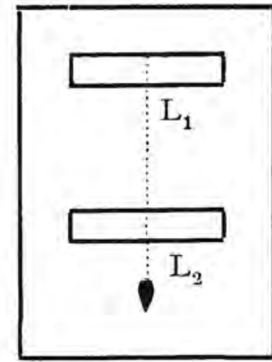


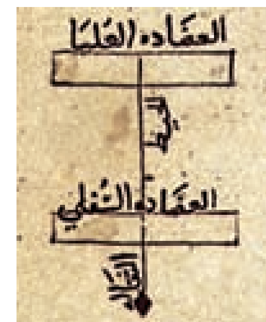
el-Marrākuşī tarafından tarif edilen ikinci tesviye aracının yaptığımız modeli: Pirinç, hâkkedilmiş skalalar, şakülle birlikte. (Envanter No: D 1.29)

3.
el-Marrākuşī'nin tarif ettiği tesviye araçlarından üçüncüsünde söz konusu olan, düz bir yüzeyin tam olarak dikey durup durmadığını kontrol etmektir. Bunun için «iki küçük lata, L_1 ve L_2, en iyisi, tekabül eden kenarları eşit olan dikdörtgen biçiminde prizmalar, L_1 düzlemin yukarıda bulunan ucuna, diğer L_2 biraz daha derine sabitlenir, böylece her ikisi de birbirine tekabül eder. Yukarıda bulunandan (L_1), altta bulunanın (L_2) yanından geçip giden bir şakül aşağı doru asılır. İp L_1 latasına temas ederse, ama ona yapışık olmaksızın, düzlem dikeydir, yoksa değil.»[3]

el-Marrākuşī tarafından tarif edilen üçüncü tesviye aracının yaptığımız modeli: Sert ağaç, pirinç şakül ile birlikte. Yükseklik 30 cm. (Envanter No: D 1.30)







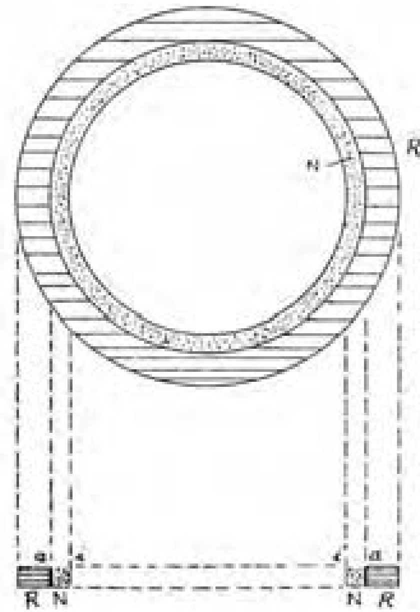
[2] el-Marrākuşī: a.e., Cilt 1, s. 188-189.
[3] el-Marrākuşī: a.e., Cilt 1, s. 189; Almanca tercüme E. Wiedemann: *Astronomische Instrumente* (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. XVIII.1), in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 41/1909/26-46, özellikle s. 29 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 544ff., burası için s. 547); Fransızca tercüme Sédillot, J.-J. ve L.A.: *Traité*, a.y., s. 377-378.

Çember Formunda
Tesviye Aracı



Modelimiz:
Bakır. Çap 40 cm.
(Envanter No: D 1.08)

Merāġa Rasathanesi'nin (1259-1270) kurucularından birisi olan Müʾeyyededdīn el-ᶜUrḍī bu rasathanenin aletleri (bkz. cilt II, s. 28) hakkındaki kitabında yüzeylerin düzgünlüğünü kontrol etmeye yarayan *efāẕeyn* adlı daire formunda bir tesviye aleti tarif etmektedir. «Kapkacağın imal edildiği kilden, ilgili çemberin (R) iç kenarında bulunan dairevi bir oluk (N) yapılır. (Yani oluk çember tarafından kuşatılır.) Oluğun iç kenarı (i) (çemberin iç yüzeyine temas eden) dış kenardan (a) daha yüksektir. Oluk, üzerine ince külün (*uşnān*) serpildiği su ile doldurulur. Yeteri derecede su doldurulduğunda, bu su çemberin daha alçak olan dış kenarından dışarı akar. İşlemin yapıldığı sırada hiçbir rüzgar esintisi olmamalıdır, suyun rüzgar sebebiyle hareket etmemesi için. Çemberin düz yüzeylerindeki engebeler kül serpili suyun dışarı akması esnasında iyice ortaya çıkar ve eğeyle giderilir.»[1]



Çizim, H. Seemann'da.

[1] Tercüme Seemann, Hugo: *Die Instrumente der Sternwarte zu Marâgha nach den Mitteilungen von el-ᶜUrḍî*, a.y., s. 49-50 (Tekrarbasım: s. 52-53).

Tesviye Terazisi

Muhtemelen Osmanlı, 10.-13./16.-19. yüzyıl. Enstitümüz mülkiyetinde[1].



Bakır alaşım, döküm, 2 parça: Şakül ve makara. Boy 9 cm. (Envanter No: D 1.31)

[1] Bkz. Küçükerman, Önder: *Maden Döküm Sanatı*, İstanbul 1994, s. 134 ve 181 (Anadolu, 13.-19. yüzyıl).



Uzun Pergel

Avrupalı, 1850 civarı; enstitümüz mülkiyetinde.



Pirinç, tornalanmış, 2 parça, vida dişiyle birbirine bağlanabilir, uzunluk 55 ve 57 cm., üzerinde hareketli iki pirinç binici bulunmakta. Ek parçalar: İki mandrel ve tirlin çelik, grafit çubuğu sapı pirinç. Kadife iç kaplamalı oyuklu ahşap mahfaza. (Envanter No: D 1.22)



Modelimiz: Sert ağaçtan cetvel pirinç skalalı, uzunluk: 60 cm. Sabitlenebilir pirinç sivri uçlar okuma pencereleriyle birlikte. Arapça harf sayıları (ebced) değerlerinde. (Envanter No: D 1.10)

Büyük Daireler Çizimi İçin Uzun Pergel

Modelimiz bir örneği, Osmanlı astronomlarının geç dönem 10./16. yüzyıldan meşhur minyatürlerde (bkz. II, s. 35) resmedilmiş olan aletleri arasında bulunduğu haliyle yeniden canlandırmaktadır. Minyatürlerde bu bilginlerin çalışma tarzları tasvir edilmektedir.

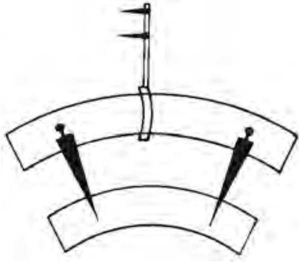


Şemā'ilnāme'den detay, yazma İstanbul, Üniversite Kütüphanesi, T.Y. 1404, fol. 57a.



Ālāt er-Raṣadiyye li-Zīc-i Şehinşāhiyye'den minyatür, yazma İstanbul, Saray, Hazine 452 fol. 16b.

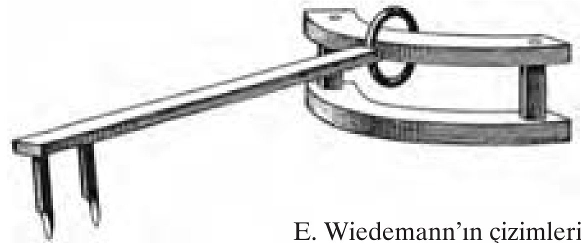
Büyük Yarım ve Parça Daire Çizmek İçin Pergel





Modelimiz:
Daire vidalanabilir parçaları.
Çizgi kaleminin uzunluğu: 30 cm.
(Envanter No: D 1.11)

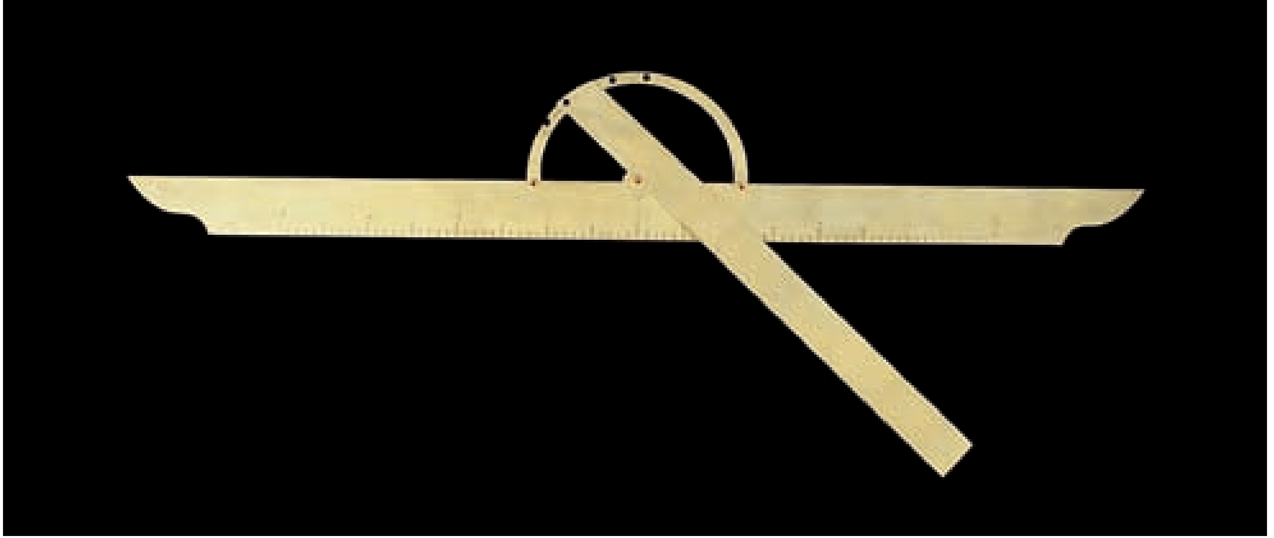
el-Ḥasan b. el-Ḥasan İbn el-Heyṯem (ö. 432/1041 civarı) «Büyük Dairelerin Pergeli Hakkında» (*Risāle fī Berkār ed-Devāʾir el-ʿİẓām*) isimli bize üç yazma içerisinde ulaşmış olan[1] risalesinde belki de kendisi tarafından geliştirilmiş bu aleti tarif etmektedir. E. Wiedemann bu aleti inceleyip tanıtan ilk kişidir[2].



E. Wiedemann'ın çizimleri

Pergel çizilecek dairelerle kıyaslandığında küçük ve elle kullanmaya elverişlidir, fakat dairenin çevresi ve merkezi arasındaki mesafe değişmez kalmaktadır. Aletin değişik yarıçaplı birçok daire parçaları vardır.

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 370.
[2] *Zur Geschichte der Brennspiegel*, in: Annalen der Physik (Leipzig) 39/1890/110-130, özellikle s. 119-120 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 59-79, özellikle68-69); aynı yazar, *Über geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern*, in: Zeitschrift für Vermessungswesen (Stuttgart) 1910, s. s. 585-592, 617-625, özellikle s. 585-592 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 417-433, özellikle s. 417-424).



Bir Küre Üzerindeki Herhangi Üç Noktanın Merkez Noktasını Bulmaya ve Üzerinde Açı Belirlemeye Yarayan

Alet

Modelimiz: Cetvelin uzunluğu: 70 cm, döndürülebilir açı cetveli, uzunluk: 36 cm., pirinç, hâkkedilmiş. (Envanter No: D 1.12)

İbn er-Rezzāz el-Cezerī'nin[1] *el-Cāmiᶜ* isimli eserinin altıncı kategorisinin ikinci bölümünde yer alan bu aletin yapımına ve kullanımına yine E. Wiedemann dikkat çekmiştir[2].

Alet yarım daire şeklindeki bir iletkiden, skalalı daha uzun bir cetvelden ve skalasız daha kısa bir cetvelden oluşmaktadır. Sonuncusu daha uzun olan cetvelin ortasında bulunmaktadır ve iletkinin merkez noktasında döndürülebilir. Kullanılan pirinç o kadar incedir ki, esnek bir yapıdadır ve kürenin yüzeyine yapıştırılabilir.



[1] *el-Cāmiᶜ beyn el-ᶜİlm ve-l-ᶜAmel en-Nāfiᶜ fī Ṣınāᶜat el-Ḥiyel*, tıpkıbasım edisyon Frankfurt 2002, s. 514-519.

[2] *Über geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern. 2. Über eine Art von Transporteuren nach al Gazarî*, in: Zeitschrift für Vermessungswesen (Stuttgart) 1910, s. 617-620- Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 425-428, ayrıca bkz. Hill, D.: *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, Dordrecht 1974, s. 196-198.



Ebū Sehl el-Kūhī ve Muḥammed b. el-Ḥüseyn'e ait aletin yaptığımız modeli: Pirinç, hâkkedilmiş. Yazı kamışı, uzunluk: 56 cm. 180 derece bölümlemeli iki yarım daire. (Envanter No: D 1.13)

Koni Kesitleri Çizimi İçin Pergel

Koni kesitlerinin çizimsel sunumları sorunu Arap-İslam kültür çevreisinde m.s. 9. yüzyıldan itibaren kaçınılmaz bir mesele idi. Geometriciler ve astronomlar bu problemle hayli erken bir dönemde özellikle yapı işlerinde ve usturlapların imalinde koni kesitlerin çizimi bağlamında karşı karşıya kalmışlardır. Arap-İslam bilginlerinin bu bağlamda geç dönem antikite öncülerinden ne tür araçları teslim alabildikleri hala bilinmemektedir. Askalon'lu matematikçi Eutokios (m.s. 6. yüzyılın ikinci yarısı[1]) Arşimet'in küre ve silindir hakkındaki kitabına yazdığı şerhte bize, (Tralles'li Anthemios ile birlikte Ayasofya'yı inşa etmiş olan[2]) Milet'li Isidor'un parabolleri çizmek için bir pergel icat ettiğini haber vermektedir[3].

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 188.
[2] a.e., Cilt 5, s. 18.
[3] *Commentarii in libros Archimedis De sphœra et cylindro…*, in: *Archimedis opera omnia*,ed. J.L. Heiberg, 2. ed., 3. cilt, Leipzig 1915, s 84ff.; Wiedemann, E.: *Über die Konstruktion der Ellipse*, in: Zeitschrift für mathematischen

Eutokios'dan yapılan bu alıntıya E. Wiedemann şu notu düşmektedir: «Ayrıca bu tür mekanik düzeneklerle çok da iyi durumda bulunulmadığı görünmektedir, çünkü Eutokios, Apollonius'un koni kesitlerindeki bir yere, I, 20-21 (J.L. Heiberg baskısı, s. 230 ff., 233 ff.), yaptığı şerhinde, mekanikçilerin aletlerdeki yetersizlik yüzünden koni kesitlerini daha sonra bir cetvel kullanımı ile araları birleştirilmiş noktalar yoluyla çizdiklerini söylemektedir.»[4]

Ebū er-Reyḥān el-Bīrūnī (ö. 440/1048[5]) *İstīᶜāb el-Vucūh el-Mümkine fī Ṣanᶜat el-Asṭurlāb* isimli eserinde, küre üzerinde bulunan dairelerin projeksiyonu bağlamında, «projeksiyon kutbu kürenin kutbu üzerinde değilse eksenin herhengi bir yerine yerleştirilir yerleştirilmez» «koni kesitlerin çizimine ulaşıldığına» işaret etmektedir[6].

Koni kesitlerin çizimine yönelik pergelin bildiğimiz en eski tarifi 4./10. yüzyılın ikinci yarısında Bağdat'ta faaliyet gösteren matematikçi ve astronom Ebū Sehl el-Kūhī'den gelmektedir[7]. Risalesi 1874 yılında incelenmiş, yayınlanmış ve Fransızca'ya çevrilmiştir[8]. Verdiği bilgiye göre Ebū Sehl el-Kūhī, «tam pergel» (*berkār tāmm*) için hiçbir örnek model tanımıyordu. Şöyle demekte: «Eğer bu araç bizden önce mevcut ve öncekiler tarafından bilinmiş ve isimlendirilmiş, ismi ve parçalarının isimleri bizde olduğundan farklı adlar taşımış ise, benim özrüm şu olur ki, ne aletin kendisi ne de ona ilişkin bir ima bize ulaşmıştır. Bununla birlikte, aleti ve bu aletle daha önce bahsettiğimiz çizgilerin çizilebildiğine ilişkin ispatlamanın bilinmiş olduğu mümkündür, ama bizim bu kitapta uygulayacağımızdan farklı olması gerekir.»[9]

Ben şahsen, Ebū Sehl el-Kūhī'den önce Arap-İslam matematikçileri tarafından bu aletin bilindiğine dair hiç bir kayda rastlayamadım. Parabol alanının hesabı tarihinde seçkin bir yeri bulunan ve ayrıca koni kesitlerinin çizimi hakkında bir risalesini tanıdığımız Ebū Sehl el-Kūhī'nin öncüsü İbrāhīm b. Sinān b. S̱ābit b. Ḳurra (ö. 335/946), koni kesitlerini çizmek için özel bir pergel bilmemekteydi. O, elipsleri, hiperbolleri ve parabolleri eskiden olduğu gibi bazı noktaların belirlenmesine dayanarak basit bir pergel ve bir cetvel yardımıyla çizmek zorundaydı[10].

Koni kesitleri çizmeye yarayan pergel, belirli bir iyileştirilmeyi Hibetallāh b. el-Hüseyn el-Bedīᶜ el-Asṭurlābī (ö. 534/1140)'nin sunumunda elde etmiş olabilir. Hibetallāh aracını «tam-mükemmel pergel» (*berkār kāmil tāmm*) olarak isimlendirmiştir[11].

el-Bīrūnī'nin işaretine dayanarak Muḥammed b. el-Ḥüseyn b. Muḥammed b. el-Ḥüseyn (6./12. yüzyılın son çeyreğinde faliyette bulunmuştur)[12] isimli bir matematikçi, Ebū Sehl el-Kūhī'nin çalışmasını derinlemesine incelemiş ve bu alet hakkında Sulṭān Salāheddīn (Yūsuf b. Eyyūb, dönemi

und naturwissenschaftlichen Unterricht 50/1919/177-181, özellikle s. 177 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 2, s. 9145-918, s. 914); Tannery, P.: *Eutocius et ses contemporains*, in: *Mémoires schientifique*, Cilt 2, Paris 1912, s. 118-136, özellikle s. 119.

4 Wiedemann, E.: *Über die Konstruktion der Ellipse*, a.y., s. 177-178 (Tekrarbasım: s. 914-915).

5 Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 375ff., Cilt 6, s. 261ff.

6 Wiedemann, E.: *Über die Konstruktion der Ellipse*, a.y., s. 179 (Tekrarbasım: s. 916).

7 Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 314-321, Cilt 6, s. 218-219.

8 *Trois traités sur le compas parfait*, publiés et traduits par François Woepcke, in: Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque impériale (Paris) 22/1874/1-175 (Tekrarbasım in: F. Woepcke: *Études sur les mathématiques arabo-islamiques. Nachdruck von Schriften aus den Jahren 1842-1874*, Frankfurt 1986, Cilt 2, s. 560-734 ve in: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 66, Frankfurt 1998, s. 33-209).

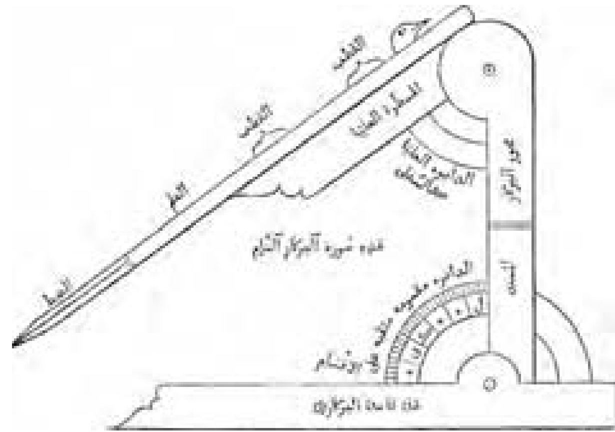
9 Fransızca tercüme François Wœpcke, a.y., s. 68, Arapça metin a.y., s. 145 (Tekrarbasım in: F. Wœpcke: *Études...*, Cilt 66, s. 102-103, 179).

10 Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 292-294.

11 Bu konuya ayrılmış risalesi tek bir el yazma olarak (İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi, A.Y. 314, fol. 119b-122b) günümüze ulaşmıştır; tıpkıbasım edisyon Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2001.

12 Brockelmann, C.: *GAL*, 1. Cilt, s. 471; Suter, H.: *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*, a.y., s. 139.

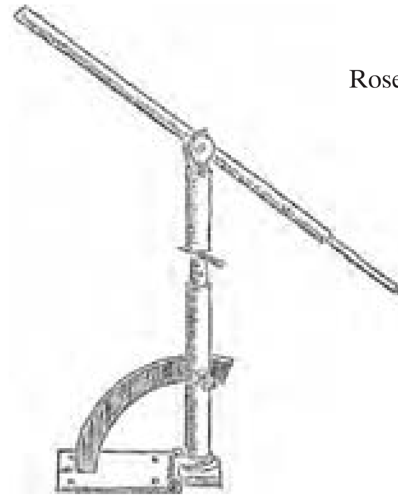
588/1193)'ne ithaf ettiği bir risale yazmıştır[13]. Yanda duran çizim bu eserdendir.
«Temel levhanın bir ucuna (üst tarafa eğilebilecek şekilde) bir menteşe pekiştirilmiştir, bunun aracılığıyla yukarı uzanan bir çubuk yere doğru eğilebilir. Bu çubuğun ekseninde birincinin uzantısında ikinci bir çubuk aşağı yukarı dönebilecek şekilde bağlantıdadır. Birinci çubuğun üst tarafında, çizim kalemi için kılavuz olarak hizmet gören bir boruyu taşıyan ikinci menteşe sabitlenmiştir.» Uzantıda bulunan çubuğun dönmesi esnasında çizim kalemi «temel levha boyunca giden çizgim düzlemi tarafından kesilen» bir koniyi çizer[14].



Çizim, Fr. Woepcke, *Trois traité arabes*, a.y.



Modelimiz: Bacağın maximal. uzunluğu: 71 cm., yükseklik: 36 cm. Pirinç, çelik uç. (Envanter No: D 1.01)



Fr. Barozzi'den koni kesiti pergeli, Rose'ye dayanarak, a.y., s. 392, Pl. 17.

Arap-İslam dünyasında oldukça yaygın olan bu alet veya tarifi veya her ikisi birlikte her hangi bir zamanda, belki de bir kereden çok, Avrupa'ya ulaşmış olmalıdır. Orada bu aletle olan uğraşı 10./16. yüzyılın tamamı boyunca bilginler ve sanatçılar arasında adeta moda olmuştur. Paul L. Rose[15], Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer, Michelangelo, Brancesco Barozzi (1537-1604) v.d. adını taşıyan bazı modelleri Arap örneklerle ilişkilendirmiştir. Burada biz Barozzi'nin çiziminin rekonstrüksiyonuyla yetindik.

[13] Woepcke, François: *Trois traités arabes*, a.y., s. 15-67, 116-144 (Tekrarbasım: a.y., s. 49-101, 150-178.

[14] Wiedemann, E.: *Über geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern. 3. Über Zirkel zum Zeichnen von Kegelschnitten*, in: Zeitschrift für Vermessungswesen 1910, s. 621 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 429).

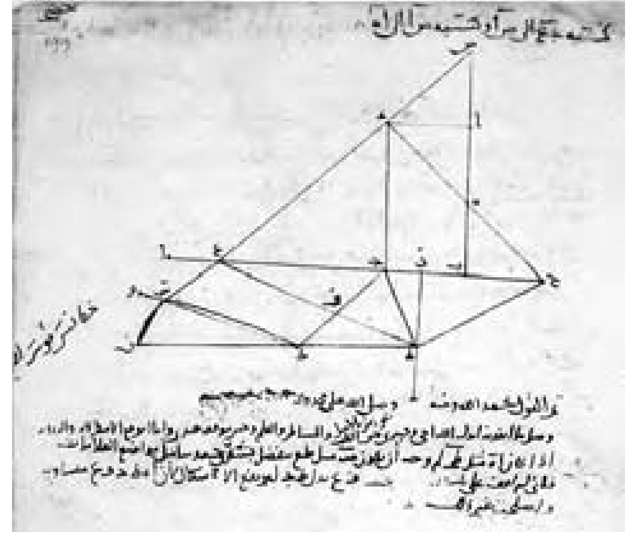
[15] *Renaissance Italian Methods of drawing the Ellipse and related Curves*, in: Physis (Firenze) 12/1970/371-404, özellikle 375f., 392.



Arap-İslam Geleneğinde Nikomedes (m.ö. yaklaşık 2. yüzyıl)'in Pergeli

Modelimiz: M. Cantor ve K. Kohl'ün taslaklarına dayanılarak imal edilmiştir: Ahşap, pirinç kılavuzlarla birlikte. Gösterge uzunluğu: 44 cm. (Envanter No: D 1.14)

4./10. yüzyılın ikinci yarısında geometrik argümantasyonun her iki yöntemi, «hareketli» geometri (*el-hendese el-müteḥarrike*) ve «sabit» geometri (*el-hendese es̱-s̱ābite*), matematikçilerde açık-seçik tanımını bulduğunda, Ebū Caᶜfer Muḥammed b. el-Ḥüseyn el-Ḫāzin[1] «verilen iki doğru parçası[2] için iki orta geometrik oranlıların bulunmasına yönelik Nikomedes'in çözümünü ortaya koymuş ve bu çözümü <alet metodu> olarak nitelendirmiştir. Bunun da ötesinde o, geometrik metoda dayanarak hiperbolleri kullandığı bir çözüm daha vermek istemektedir.»[3]



Çizim: Ebū Caᶜfer el-Ḫāzin'in bir hiperbol kesiti yardımıyla çözdüğü problemin sunumu. Yazma Paris 2457/47, fol. 199.

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 298, 305-307, Cilt 6, s. 189-190.

[2] «Bu, bir noktanın geometrik yeridir. Bu noktanın verilen bir nokta ile düz çizgisel bağlantısı aynı şekilde verilen bir düz çizgiyle, kesen çizgi ile yer arasındaki parça verilen bir uzunluğa sahip olacak şekilde kesililir.» (M. Cantor, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, Cilt 1, Leipzig 1907, s. 350.

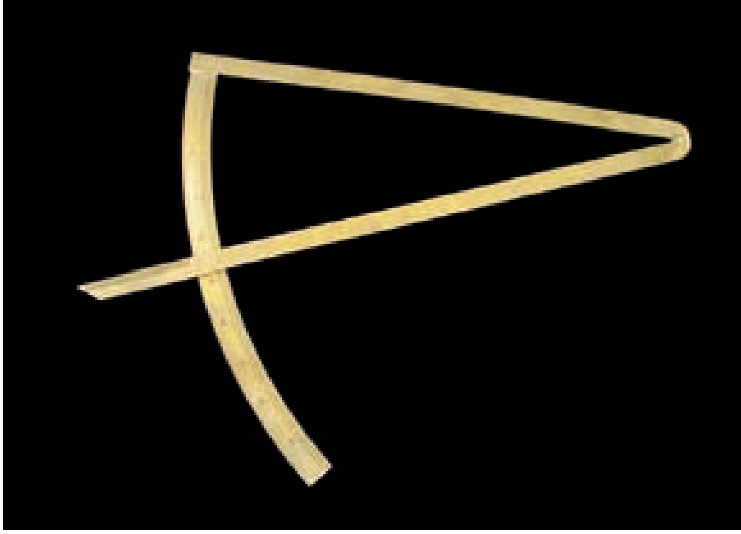
[3] Kohl, K.: *Zur Geschichte der Dreiteilung des Winkels*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 54-55/1922-23/180-189, özellikle s. 186 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 76, Frankfurt 1988, s. 151-160, özellikle s. 157).



Aynı alet, pirinç. Gösterge uzunluğu: 15 cm. (Envanter No: D 1.15)

Ebū Caᶜfer el-Ḫāzin Nikomedes (m.ö. yaklaşık 2. yüzyıl[4])'in çözümünü «alet metodu» olarak nitelendirirken, ayrıca, aleti yaptığını ve onunla, istenen çizgiyi bulmayı denediğini eklemektedir[5]. Nikomedes'in aleti «birbirine bağlı üç cetvelden oluşmaktaydı. Bunların ikisi dikey halde birbirlerine sıkıca birleştirilmişti ve birisi neredeyse boydan boya yarık açılmış iken, diğeri küçük yuvarlak bir başlıksız pim taşımaktaydı. Yarık cetvel sabit düz çizgiyi, diğerinde bulunan başlıksız pim, konkoid eğrisinin kutbunu temsil etmekteydi. Üçüncü cetvel sivri ucun yakınındaki kutuba benzer bir başlıksız pim, bundan biraz daha uzakta olarak sabit düz çizgiye benzer bir yarık taşımaktaydı; başlıksız pimin uçtan uzaklığı, aynı kalan mesafeyi temsil etmekteydi.»[6]

[4] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 149-151.
[5] Kohl, K.: a.e., s. 187 (Tekrarbasım: s. 158).
[6] Cantor, M.: a.e. Cilt 1, s. 351.





Açıölçer

Bu açıölçer türü Osmanlı astronomların 10./16. yüzyıldan bir minyatür üzerinde (bkz. s. 148) tasvir edilen avadanlıkları arasında bulunmaktadır. Alet hem istenen derecelere göre açılar sağlamaya hem de mevcut açıları ölçmeye yaramaktadır.

Modelimiz: Pirinç, hâkkedilmiş. Döndürülebilir göstergenin uzunluğu: 62 cm., skala (0°-50°) için boşlukla birlikte. (Envanter No: D 1.16)

Şemā'ilnāme'den detay, yazma İstanbul, Üniversite Kütüphanesi, T.Y. 1404, fol. 57a.

Pergel

Model, Kahire İslam Sanatları Müzesi'nde bulunan bir örneğin rekonstrüksiyonunu göstermektedir.



Şemā'ilnāme'den detay, yazma İstanbul, Üniversite Kütüphanesi, T.Y. 1404, fol. 57a.



Rekonstrüksiyonumuz: Pirinç. Kollar içiçe döndürülebilir olarak işlenmiştir. Tirlin bir kol. Uzunluk: 16 cm. (Envanter No: D 1.17)

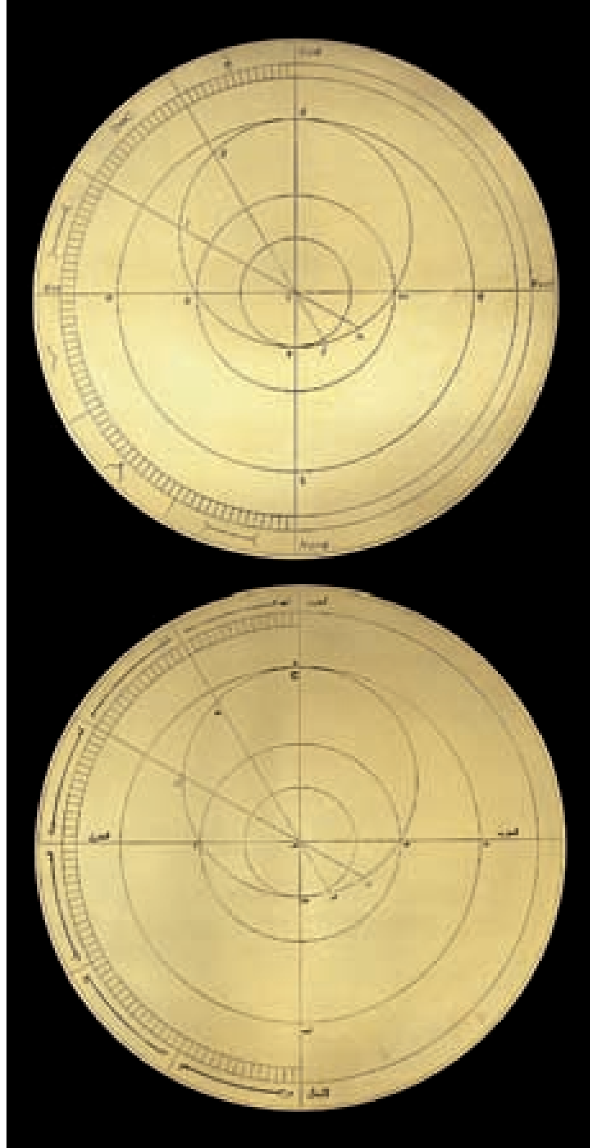
Daireleri ve Düz Çizgileri Bölümlemek İçin Düzenekler

İstīcāb el-Vucūh el-Mümkine fī Ṣancat el-Asṭurlāb isimli kitabında el-Bīrūnī, usturlap imaline yönelik yardımcı araçlar hakkında ilginç ayrıntılar aktarmaktadır. Bunlardan birisi «daireleri belirli bir tarzda bölümlemek için, yani verilen yayları üzerlerine taşımak için olan *destūr ed-devā'ir* (daireler düzeneği) dir.» İkinci alet *destūr el-aḳṭār* ya da *destūr el-muḳanṭar* adındadır. Bu alet «değişik uzunluklardaki doğru parçalarını sunulan tarzda bir ve aynı ölçeğe göre bölümleme şablonudur. Ayrıca açılır kapanır bir çifte cetvel (*masṭar müs̱ennā*) tarif edilmektedir ve eğik uçlu bir pergel anılmaktadır[1].



1. Daireleri Bölümleme Düzeneği

Modellerimiz:
Pirinç, dağlanmış. Çap: 30,4 cm.
(Envanter No: D 1.32 ve 1.33)

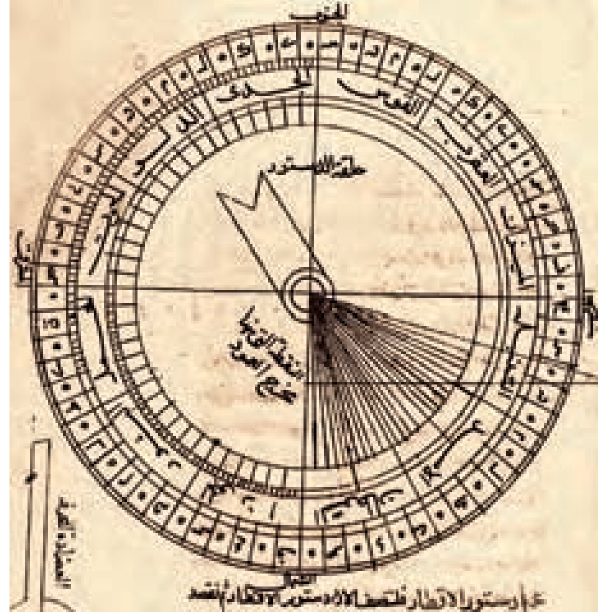


Bu aletin yapısını el-Bīrūnī şu şekilde tanımlamaktadır: «Alet, çapı usturlabın en büyük disk çapıyla aynı olan pirinç bir daireden oluşmaktadır. Usturlabın kenarının bölümlenmesi bu *destūr* kullanılarak gerçekleşir. [...] Bu *destūr* tornada (*cehr*) mümkün olabildiğince düz ve pürüzsüz yapılır. Bütün çizim veya usturlabın kullanımı *destūr*'a dayanır. *Destūr*'un yüzeyi dört kısma ve her kısım tekrak 90 kısma ayrılır, böylece 360 kısım elde edilir.»

«Fakat bu ancak şunlar yapıldıktan sonra gerçekleştirilebilir: Daire bir tahtaya sabitlenir ve ortasına, kaymayı engelleyen sert bir madde ile pekiştirilir, onun enli yüzeyinin düz ve uzanımında mükemmel durması için (muhtemelen hiç bir eğrilik göstermemesi için). Şimdi *destūr*'un merkezi bulunabilir ve burada diğer çizimler ger-

[1] Wiedemann, E. ve Frank, J.: *Vorrichtungen zur Teilung von Kreisen und Geraden usw. nach Bîrûnî*, in: Zeitschrift für Instrumentenkunde (Berlin) 41/1921/225-236, özellikle s. 235 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 34, Frankfurt 1998, s. 233-244, burası için s. 243).

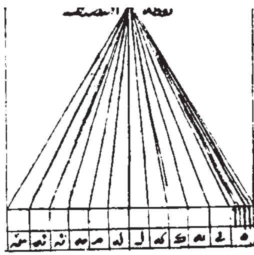
çekleştirilebilir. Her bir kadranın başına karşılıklı duran doğu, batı, kuzey, güney kaydedilir. Bu sadece daha sonraki yürütümleri kolaylaştırmaya yaramaktadır. Her bir kadran burç sembolleri için beher 30° içeren üç kısma bölümlenir. Bu arada daire üzerinde enlemesine çizgiler çizilir, ancak bu çizgiler, bölümleme, *sphœra recta*'nın asensiyonlarına (Güneş ve yıldızların yükselmeleri) tam olarak tekabül edecek şekilde imal edildikten sonra halka üzerinde yarılarak çizilir.»[2]



Çizim, el-Bīrūnī'de, *İstīᶜāb*.

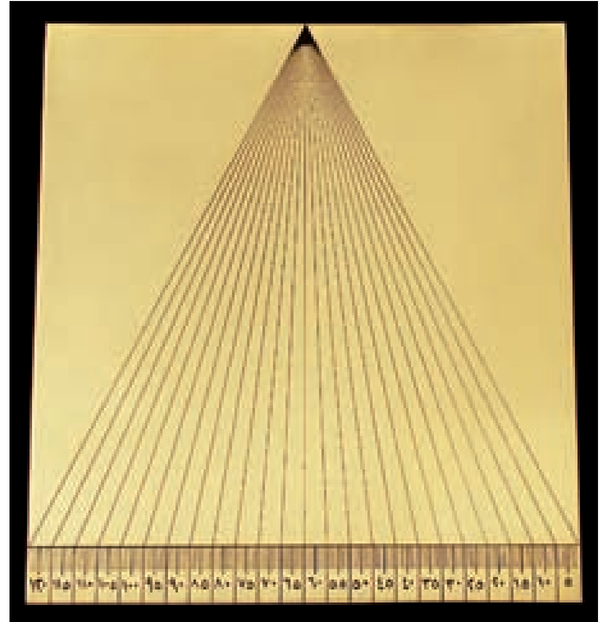
2. Çapları Bölümleme Düzeneği

«Şimdi çaplar için olan *destūr*'u (*destūr el-aḳṭār*) tarif ediyoruz, daha sonra bizim asıl problemimizin çözümüne yöneleceğiz. Eğilmeyecek sağlamlıkta dört köşeli levha alınır. Bu levhanın kenarı, ustrulap konstrüksiyonunda ortaya çıkan en büyük çap kadar büyük olmalıdır. Kenarlardan birisi 120 kısma bölümlenir; bu, sinüs çiziminde üzerinde uzlaşılmış olan sayıdır. Karşı tarafta duran kenar iki eşit parçaya bölünür, iki eşit parçaya bölme noktasıyla çapın her bir bölüm çizgisi arasında açıkça görülebilir bir çizgi hâkkedilir ...»



Çizim, el-Bīrūnī'de, *İstīᶜāb*.

«Bu çapların *destūr*'unun, ya da daha sonraları adlandırıldığı gibi *muḳanṭara destūr*'u (yükseklik paralelleri daireleri), kullanımı şundan anlaşılmaktadır: Ekvatora paralel dairelerin projeksiyonunun yarıçaplarına ait çizelgelerden horizont üzerindeki farklı çıkıntılar için izdüşümü yapılmış *muḳanṭara*'nın yarıçapları basit bir tarzda hesaplanır. Bu sırada Oğlak burcunun projeksiyon yapılan dönencesinin çapı, kuzey usturlabında eşit 60 veya 120 parçaya ayrılır; bu çap aynı zamanda diskin kenar dairesidir.»[3]



Modelimiz: Pirinç, hâkkedilmiş. Ölçüler: 24 x 26 cm. Skala rakamlarla ve projeksiyon çizgileriyle birlikte. (Envanter No: D 1.19)

[2] el-Bīrūnī: *Istīᶜāb el-Vucūh el-Mümkine fī Ṣanᶜat el-Asṭurlāb*, Yazma İstanbul, Topkapı Sarayı, III. Ahmet, 3505, fol. 137b; Tercüme Wiedemann, E. ve Frank, J.: a.y. 227 (Tekrarbasım: s. 235).

[3] el-Bīrūnī: *Istīᶜāb el-Vucūh el-Mümkine*, a.y. fol 138a; Tercüme Wiedemann, E. ve Frank, J.: a.y. 229 (Tekrarbasım: s. 237).



3.
Açılır-kapanır Çifte Cetvel

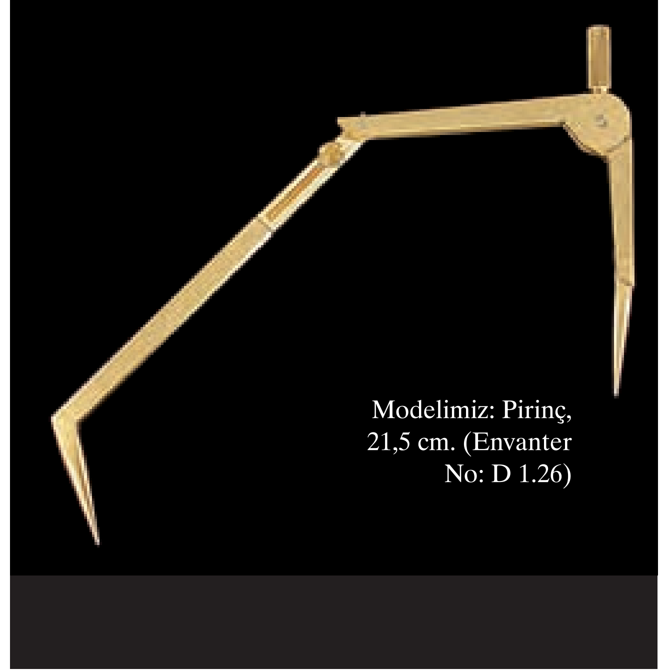
Modelimiz: Pirinç, dağlanmış. 2 kol à: 26 x 1,5 cm.
Santimetre skalası herbirinde 25 bölümlü.
İki şarniyer.
(Envanter No: D 1.34)

Bir usturlabın yerleştirme disklerinin her iki kenarında çekilmiş düz çizgilerin birbirlerinin tam karşısında bulunma durumuna ulaşmak için açılır-kapanır bir cetvelden (*masṭar müs̱ennā*, çoğ. *masāṭir müs̱ennāt*) yararlanılmıştır. Bunlar «yüzeyleri birbirine temas edecek ve kenarları üst üste yatacak şekilde üst üste konulan iki eşit düz cetveldir. Cetveller bir uçlarından iki bağla birleştirilir. Bu iki cetvel arasına düz bir yüzey konulursa ve kenarları merkeze ya da düz bir çizgiye yerleştirilirse, diğer uçları bir halka veya ip ile sıkıca birleştirilirse ve onlarla, aralarına konulmuş diskin her iki tarafında çizgiler çekilirse, bunlar örtüşürler ve farklılık göstermezler. Yukarıdaki diskler bu çifte cetvel ile her iki taraftan dört kısma ayrılır ise, diğer taraftaki ikinci daire tıpkı birinci taraftakiler gibi çizgilerle donatılabilir, böylelikle bunlar örtüşürler.»[4]

[4] el-Bīrūnī: *Istīʿāb el-Vucūh el-Mümkine*, a.y. fol 139b-140a; Tercüme Wiedemann, E. ve Frank, J.: a.y. 231 (Tekrarbasım: s. 239).

4.
Eğik Uçlu Pergel

Küre yüzeylerine daireler çizebilmek için daha el-Bīrūnī'nin yaşadığı dönemde (5./11. yüzyılın ilk yarısı) eğik uçlu bir pergel kullanılmıştır[5]. Bu pergelin nasıl bir şekle sahip olduğu bize bildirilmemiştir, bununla birlikte aynı döneme ait «mükemmel pergel»in (bkz. s. 152) bilgisinden hareketle bu pergelin formunu tasavvur edebiliriz.



Modelimiz: Pirinç, 21,5 cm. (Envanter No: D 1.26)

[5] Bkz. Wiedemann, E. ve Frank, J.: a.y. 235 (Tekrarbasım: s. 243).

Üçayak

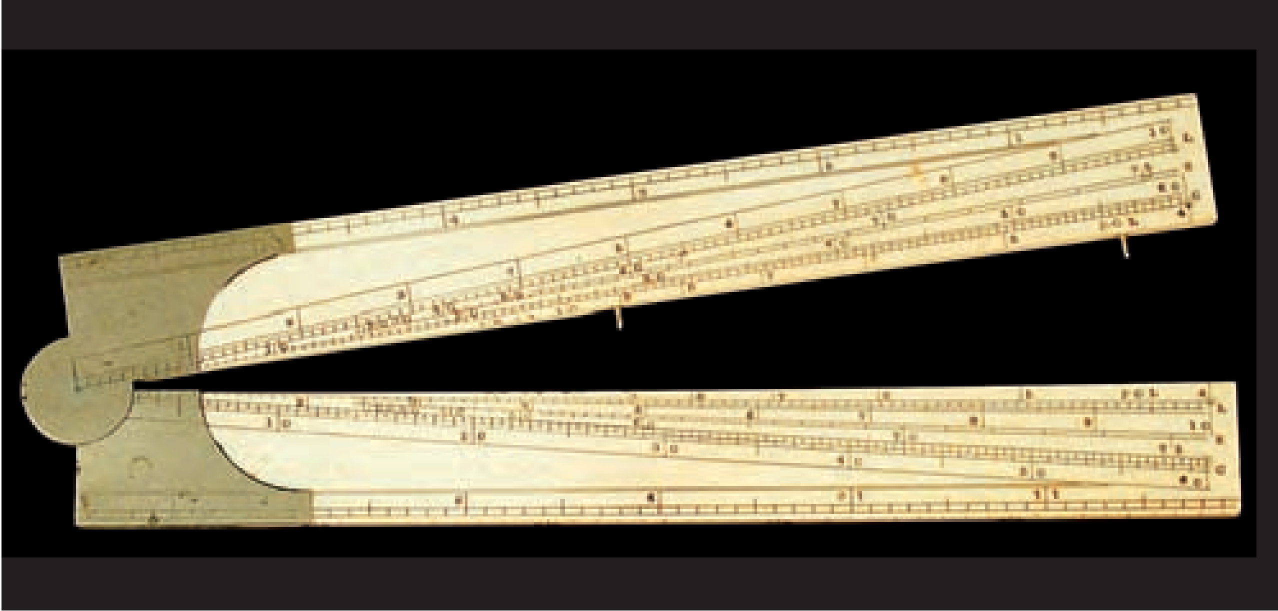




Şemā'ilnāme'den detay, yazma İstanbul, Üniversite Kütüphanesi, T.Y. 1404, fol. 57a.

Modelimiz Osmanlı astronomların 10./16. yüzyıldan bir minyatür üzerinde (bkz. s. 148) tasvir edilen avadanlıkları arasında bulunmaktadır.

Sert ağaç. Bacak uzunluğu 110 cm. Üç bacak, saptayıcısı vasıtasıyla hareket edebilir şekilde bağlantılıdır. Pirinç şakül üçayak tavanına ortada bağlantılıdır. Bir bacakta hâkkedilmiş pirinç skala bulunmakta. (Envanter No: D 1.21)

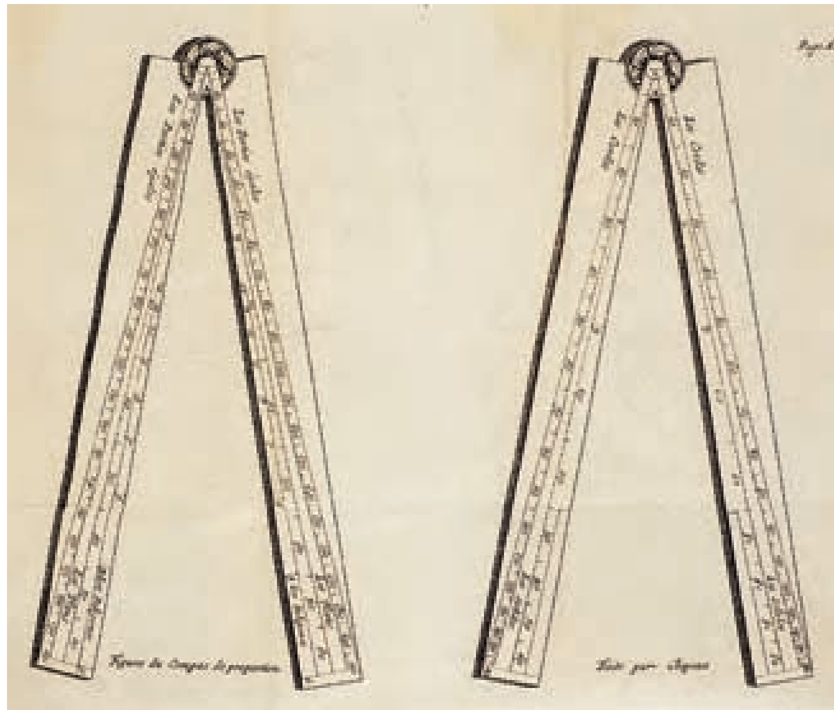


Avrupalı Bir
Hesap Sopası
(sector)

Fil dişi? Uzunluk: 15 cm.
Menteşe gümüşten.
Rakamlar hâkkedilmiş.
(Envanter No: D 1.18)

Kökeni ve yaşı bilinmemekte[6].

[6] Krş. «folding rule with altitude dial», Humfrey Cole (1574): Londra, The Science Museum, No 1984-742; (in: K. Lippincott, *The Story of Time*, London 1999, s. 121.



Çizim: «Escalas del sector de Gunter» in: *Instrumentos de navegación: Del mediterráneo al Pacífico*, Barcelona tarihsiz, s. 104.



ALTINCI BÖLÜM

OPTİK



Gök Kuşağı Teorisine Dair

Modelimiz:
Sert ağaç, uzunluk: 74 cm. Çelik sehpa: 90 x 44 x 93 cm.
Işık kırılması için aracı plastik camdan. Halojen lamba demonstrasyon için.
(Envanter No: E 2.02)

Günümüze ulaşan, daha doğrusu araştırılan kaynakların bilgisinin ulaştırdığı kanaate göre, Ebū ᶜAlī İbn Sīnā (ö. 428/1037)[1] gök kuşağı öğretisinde[2] büyük üstaddan (Aristo'dan) hiç de önemsiz sayılamayacak ölçüde uzaklaşmaya başlamış Aristoculardan birisiydi[3]. İbn Sīnā'nın gök kuşağı görüşü sonraları Avrupalı ardılları üzerinde geniş ölçüde etkide bulunmuştur[4]. İbn Sīnā diyor ki[5]: «Gök kuşağının diğer durumlarını henüz nihai olarak incelememiş olmakla beraber bazı durumları net bir şekilde kavradım. Çoğu kez, bu kavisin [gök kuşağı] göğün yoğun bulutlarla olduğu sıralarda belirmediğini tespit ettim. Benim de ait olduğum peripatetik ekolün gökkuşağı hakkındaki öğretileri beni çok az tatmin etmektedir. Herşeyden önce gökkuşağının kesif bulutların olmadığı yerde nasıl

1 Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 276-280, Cilt 7 s, 292-302.

2 Gökkuşağı hakkında literatür için bkz. Hellmann, G.: *Meteorologische Optik 1000-1836*, Berlin 1902 (= Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus. No. 14).

3 Bkz. Wiedemann, E.: *Theorie des Regenbogens von Ibn al Haiṯam* (= Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. 38), in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 46/1914 (1915)/39-56 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 2, s. 69-86, ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 33, Frankfurt 2001, s. 219-236).

4 Horten, M.: *Avicennas Lehre vom Regenbogen nach seinem Werk al Schifâ. Mit Bemerkungen von E. Wiedemann*, in: Meteorologische Zeitschrift 30/1913/533-544, özellikle s. 533 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften* Cilt 2, s. 733-744, özellikle s. 733).

5 *eş-Şifāʾ, eṭ-Ṭabīᶜiyyāt* 5: *el-Meᶜādin ve-l-Āṯār el-ᶜUlviyye*, Ed. İbrāhīm Medkūr, ᶜAbdulḥalīm Muntaṣir, Saᶜīd Zāyid, ᶜAbdullāh İsmāᶜīl, Kahire 1965, s. 50. Terc. M. Horten, a.y., s. 539 (Tekrarbasım s. 739).

göründüğünü bizzat gözlemlediğim şekliyle anlatmak istiyorum. Daha sonra, gökkuşağının neden dolayı sadece bir yarım daireden veya daha küçüğünden oluştuğu meselesini münakaşa edeceğim. Aynı zamanda gökkuşağının yazları niçin günün her vaktinde ortaya çıkmadığını, fakat muhtemelen kışın her vaktinde ortaya çıkabildiğini gösteriyorum. Gökkuşağının renkleri hususunda henüz bir açıklığa kavuşmuş değilim. Nedenlerini bilmiyorum, başkalarının tam anlamıyla yanlış ve akıl dışı öğretileri de beni tatmin etmemektedir.»

M. Horten'in sadece bir seçkiyi tercüme ettiği İbn Sīnā'nın gökkuşağı hakkındaki açıklamaları, bizi bu optik-meteorolojik olguyu defalarca gözlemlemiş ve deneysel olarak da incelemiş olan bir doğa filozofu ile karşılaştırmaktadır. Eğer o açıklamaların sonunda, ulaştığı bilgilerini kitabına alacak kadar yeterli güvenilirlikte görmediğini itiraf ediyorsa[6], bunda «kültür tarihi bakımından önemli olan, Müslüman bilginin fenomen dünyası karşısındaki değerlendirmesinde çoğu kez mütevazı davranmasıdır.»[7]

İbn Sīnā'nın açıklamalarında dikkate değer olan iki şey vardır: Biri, onun «gök kuşağının bulunduğu yeri bizzat bulutlara değil, bilakis bulutların önünde bulunan buğu tabakasına yerleştirmesi.»[8] Diğeri, onun peripatetikerlerin gözden nesneye giden görme ışınları hakkındaki görüşlerini yererek reddetmesi ve bunun yerine fizikçilere (*ṭabīʿiyyūn*) bağlanmasıdır. Onların görüşüne göre görme olayı nesneden gelen ve gözle karşılaşan ışık ışınları yoluyla gerçekleşmektedir[9].

İbn Sīnā tarafından hitap edilen fizikçiler arasında, kendisinden yaklaşık 15 yaş daha büyük olan çağdaşı el-Ḥasan b. el-Ḥasan İbn el-Heyṯem (d. Yaklaşık 354/965, ö. 432/1041)[10] seçkin bir yer almıştır. Avrupa'da Alhazen olarak bilinen, sistematik deneyci olarak yeni bir optik ile öne çıkan bu önemli matematikçi, astronom ve fizikçi dairesel Arşimet Aynası[11], gök kuşağı ve hale[12] hakkındaki kitaplarında gökkuşağı olgusu için kendine özgü meteorolojik-optik bir açıklama geliştirmiştir. Gerçi İbn el-Heyṯem gök kuşağı oluşumunu iç bükey küresel bir buluttaki yansıma[13] yoluyla açıklamasıyla gerçek durumu kavramış değildir, fakat bununla, yaklaşık 250 yıl sonra devrimsel nitelikteki bir çığır açışa götürmüş olan ileriki denemeler için sağlam bir temel atmıştır.

Önceki bilginlerin gökkuşağının oluşumu hakkında ışığın su damlasındaki basit yansımasıyla yaptıkları açıklamayı yanlış sayan çok yönlü bir doğa bilimcisi Kemāleddīn Ebū el-Ḥasan Muḥammed b. el-Ḥasan el-Fārisī (ö. 718/1318)'dir[14].

Onun anlayışına göre gökkuşağının algılanması küre biçiminde, birbirine yakın duran saydam damlaların kendine özgü doğasına dayanmaktadır. Algılama, güneş ışığının damlalara girmesi ve tek damladan çıkması sırasında iki kez kırılmayla ve bir veya iki yansıması yoluyla oluşmaktadır.

Bu sonucu o, cam ya da saf kuvars (necef taşı) bir kürede sistematik olarak yürütülmüş deneyler temelinde elde etmiştir. Kemāleddīn'in argümantasyonu, deney yapma yöntemi ve sonuç çıkarımı

6 a.e., 55.

7 Horten, M.: *Avicennas Lehre vom Regenbogen*, a.y., s. 543-544 (Tekrarbasım: s. 743-744).

8 a.y., s. 543 (Tekrarbasım: s. 743)

9 *eş-Şifāʾ*, a.y., s. 41; Horten, M.: a.e. ve a.y., s. 533 (Tekrarbasım: s. 733).

10 Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 358-374; Cilt 6, s. 251-261; Cilt 7, s. 288.

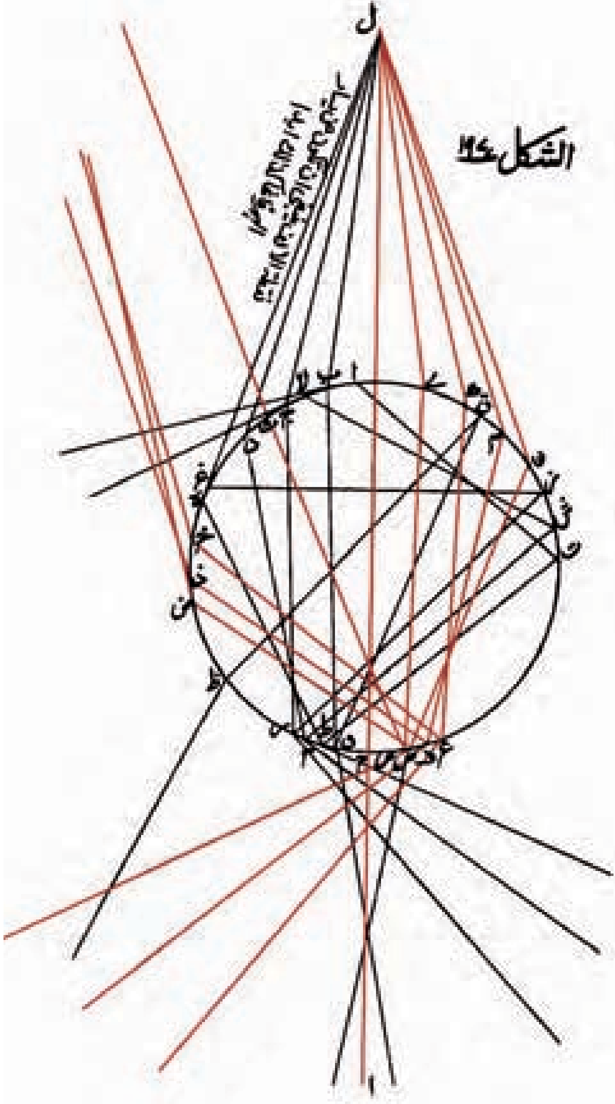
11 *Maḳāle fī el-Marāya el-Muḥriḳa bi-d-Dāʾira*, ed. in: *Mecmūʿ er-Resāʾil... İbn el-Heyṯem*, Haydarabad 1357/1938 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 75, Frankfurt 1998); krş. Roshdi Rashed, *Géométrie et dioptrique au Xe siècle. Ibn Sahl, al-Qūhī et Ibn al-Haytham*, Paris 1993, s. 111-132.

12 *Maḳāle fī Ḳavs Ḳuzaḥ ve-l-Hāle*, Kemāleddīn el-Fārisī tarafından uyarlanmış haliyle *Kitāb Tanḳīh el-Menāẓir li-Ẕevi l-Ebṣār ve-l-Baṣāʾir*'in zeylinde, Cilt 2, Haydarabad 1348/1929, s. 258-279.

13 Wiedemann, E.: *Theorie des Regenbogens von Ibn al Haiṯam*, a.y., s. 40, Tekrarbasım: s. 70)

14 *Tanḳīh el-Menāẓir*, a.y., Cilt 2, s. 283-284.

ve bunların meteorolojik optik tarihi için olan önemini Eilhard Wiedemann ve onun teşvikiyle Joseph Würschmidt bir kaç kez incelemişlerdir[15].



Kemāleddīn el-Fārisī, *Tenḳīḥ*, Haydarabad, Cilt 2, Resim 192.

Yandaki şekle dayanarak (yazmada siyah ve kırmızı çizgilerle) Kemāleddīn bu işlemi şu şekilde anlatmaktadır: «İmdi, açıklamalarımıza uygun bir biçimde, anlamayı kolaylaştıracak bir şekil çizeriz. Daha önce olduğu gibi daire ve pirometrik koni çizeriz. Gözün *l* [ل] orta noktasından *la* ekseni çizeriz. Ayrıca eksen ile orta koninin kenar ışını arasında bir çizgi, bizzat bu kenar ışınını, dış boşluğun kenar ışınını ve onunla iç taraf arasında bir çizgi çizeriz. Bu çizgileri ve bunlardan oluşan çizgileri [deneycinin ل'de bulunan gözünün] sağ tarafında siyah sol tarafında kırmızı olarak çizeriz. Daha sonra sol tarafın ışınları için kırık kirişler, bunlardan oluşan yansımış kirişler ve bunlardan oluşan, havaya kırılan kirişler çizeriz; bunlar bir kez yansımış ve kırık ışınları oluştururlar. Sağ tarafın ışınları için kırık kirişler, bunlardan oluşan bir kere daha yansımış ve havaya kırılan kirişler çizeriz. Bunlar iki kez yansımış ve kırılmış ışınlardır.»

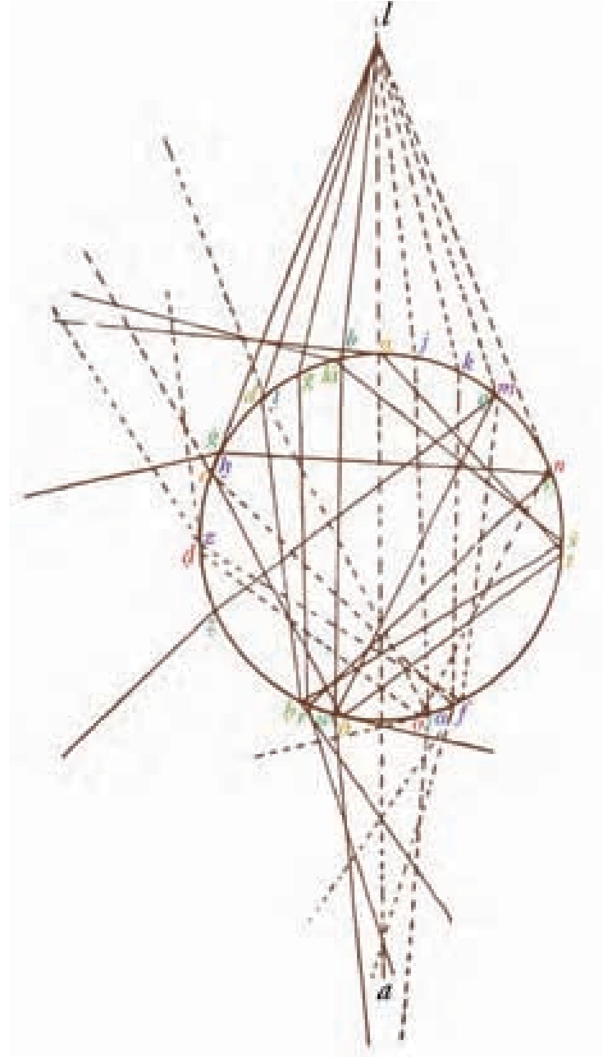
«Koninin doğru ilerleyişinin sağdaki ışınları *lb*, *lg*, *ld*, *le* dir; soldaki ışınlar *lj*, *lk*, *lm*, *ln* dir. Sağdakiler *bw*, *gr*, *dḥ*, *eϑ* kirişlerine, soldakiler *js*, *kα*, *mf*, *nσ* kirişlerine eğimlendirilirler. Hepsi havaya eğimlendirilirler, böylece kirişlerinden pirometrik koni oluşur. Daha sonra kirişler bizzat kürede başka noktalara yansıtılırlar, şöyle ki sağdakiler *q*, r_1, *ş*, *t* ve soldakiler *s̱*, *ẖ*, *z*, *ḍ* noktalarına. Her iki grubun ışınları havaya doğru kirişlerinden kırık koni göz tarafına doğru bir yansımayla oluşacak şekilde kırılırlar ve ışınların konumları bu konide

[15] Wiedemann, E.: *Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach Ibn al Haiṯam und Kamâl al Dîn al Fârisî*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 42/1910/15-58 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 597-640, ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 213-256); aynı yazar, *Über das Sehen durch eine Kugel bei den Arabern*, in: Annalen der Physik und Chemie (Leipzig) N.F. 39/1890/565-576 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 47-58 ve Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 195-206; aynı yazar, *Zur Optik von Kamâl al Dîn*, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 3/1911-12/161-177 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 596-612 ve Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 263-279); Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, in: Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen (Leipzig und Berlin) 4/1911/98-113 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 280-295); aynı yazar, *Dietrich von Freiberg: Über den Regenbogen und die durch Strahlen erzeugte Eindrücke*, Münster 1914.

[daha önce olduğundan] farklıdır. Sağda bulunanlardan solda bulunanlar, ya da tam tersi, oluşur. Bunlardan şekilde çizilenler gözün sağ tarafından bulunanlardır.»

«*wq*, rr_1, *ḥṣ*, *ϑt* kirişleri, yani sağ ışınlar küredeki bir kerelik kırılmadan ve sağdan sola doğru bir ilk yansımadan sonra ikinci bir kez *ẓ*, *ġ*, *lâ*, α_1 noktalarına doğru yansıtılırlar, daha sonra havaya doğru kirişlerinden eğimlendirilmiş koni iki yansımayla oluşacak şekilde havaya doğru kırılırlar; koni gözün karşısında bulunan tarafta durur. Sadece sağda bulunanlar çizilmektedir, sağdaki ışınlara karşılık düşecek şekilde.»[16]

Bunu, bir kerelik kırılma ve yansıma (*iᶜtibār el-munᶜaṭif bi-nᶜikās*), iki kerelik kırılma ve yansımayla (*bi-nᶜikāseyn*) deney yapma esnasındaki gözlemlerinin tasviri izlemektedir[17]. Wiedemann'ın tercümesine dayanarak bu açıklamaları 1911 yılında inceleyen J. Würschmidt buna ilişkin olarak şöyle söylemektedir: «Bu bölümün teorik açıklamaları oldukça ayrıntılıdır ve yer yer anlaşılması güçtür, bununla birlikte bütün bu tasvirden, onun her iki durum için, bir defalık ve iki defalık yansıma, tersdönüş ışınlarının önemini açık ve seçik bir biçimde bildiği anlaşılmaktadır. Yaptığı gözlemlere gelince, herşeyden önce özellikle bir deneyinin[18] vurgulanması yerinde olur, çünkü onun bu kastettiğimiz deneyi Goethe ve Boisserée[19] tarafından 500 yıl sonra yapılmış olanla tamı tamına aynıdır. Yani o (bir veya iki kerelik) refleksiyonda iki şeklin ortaya çıkmasını bulmuştur; eğer göz, kürenin bu resme en yakın konumda bulunan kenarına doğru hareket ettirilirse, kenardan ikinci bir şekil görünür. Her iki şekil dışarı doğru kırmızı renklidir (dağılmadan dolayı ayrılan renkleri göstermektedirler), daha sonra git gide yaklaşırlar ve bir resim halinde birleşirler. Bu resim sarı renklidir (ayrılan renklerin ikisi, mavi ve menekşerengi kısımları artık kaybolmuştur). Daha sonra sarı kaybolur ve geriye kırmızı bir şekil kalır, en son bu da kaybolur.»



Işınların ilerleyiş hareketi, E. Wiedemann'a göre, *op.cit.*

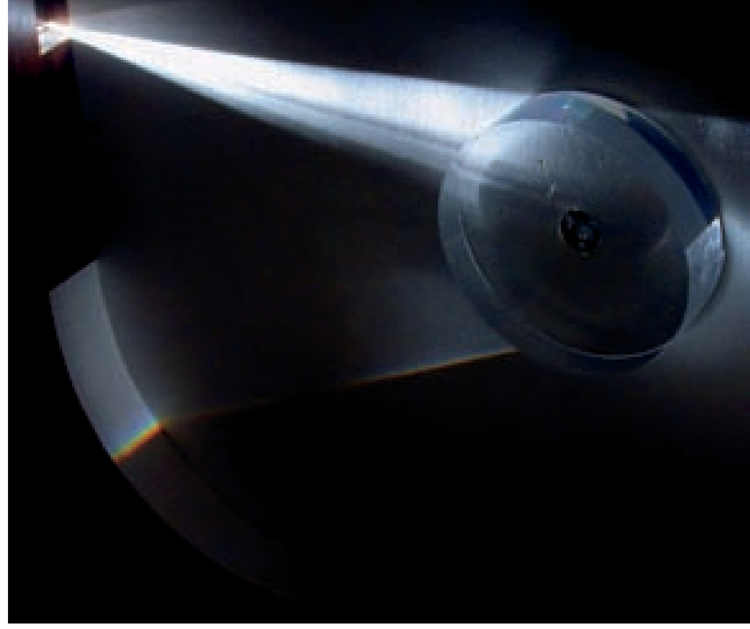
«Bir kerelik yansıma yoluyla oluşan gök kuşağının doğrudan doğruya gözlemlemesini de bu Arap bilgin mahirane bir şekilde tasvir etmektedir. O, kürenin bir yarısını, onunla ışık kaynağı arasına yerleştirilen ışık geçirmez beyaz bir yüzeyle karartmaktadır; daha sonra kürenin bu yarısında, diğer küre yarısına tesadüf eden ışınlar yoluyla oluşan gök kuşağı görülür. Beyaz yüzey o küreye

[16] Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 2, s. 316-317; Tercüme E. Wiedemann: *Über die Brechung des Lichtes*, a.y., s. 53-54 (Tekrarbasım: s. 635-636 yani 251-252)

[17] Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 2, s. 317-319; Tercüme E. Wiedemann: *Über die Brechung des Lichtes*, a.y., s. 54-56 (Tekrarbasım: s. 636-638 yani 252-254).

[18] Deneme için bkz. Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 2, s. 318-319; Tercüme E. Wiedemann: *Über die Brechung des Lichtes*, a.y., s. 55 (Tekrarbasım: s. 637 yani 253).

[19] J.W. von Goethe ve Sulpiz Boisserée tarafından yapılan gözlemlemer için bkz. Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, a.y., s. 100-101 (Tekrarbasım: s. 282-283).



ne kadar yaklaştırılırsa gökkuşağı o kadar küçük ve berrak olur.»[20]

Kemāleddīn ışınların küreye (ve benzer şekilde su damlasına) düşme açısının kırılma açılarına oranıyla detaylı şekilde uğraşmış ve bir kırılma çizelgesi oluşturmuştur. Bununla birlikte, değerleri 5° nin entervalleri olarak not etmekle yetinmiş ve buna, daha kesin sonuçların derece derece ilerlendiği takdirde elde edileceğini eklemiştir. Kemāleddīn bir gökkuşağının oluşumuna sebep olan düşme açısının maksimal ve minimal sınırına ilişkin düşüncelerini açık olarak söylememekle beraber, sınır 40° veya 50° civarında kabul edilmiş görünüyor[21]. Açık seçik bir şekilde 41° ila 42° sayıları alt sınır olarak ve 51° veya 52° üst sınır olarak René Descartes'da[22] (bugünkü değerler 42° ve 52°) ortaya çıkmaktadır. Bu bir tarafa bırakılacak olursa gökkuşağının Kemāleddīn'deki ele alınışı Decartes'ınkinden «teorik katkı» bakımından daha üstündür[23]. Onun önemli sonuçlarından birisi de «güneşe karşı yerleştirilen saf kuvars bir kürenin karşı tarafta meydana getirdiği yansıma noktasının küreye onun çapından ¼ daha küçük bir uzaklıkta bulunduğudur.»[24] Ayrıca o «ışığın gözdeki yansımasının göz merceğinin ön yüzünde meydana geldiğini keşfetmiştir, bu da ancak 1823 yılında Evangelista Purkynje tarafından tekrar bulunmuştur.»[25]

Son olarak Freibergli Dietrich (Theodoricus Teutonicus)'in *De iride et radialibus impressionibus* isimli kitabının Kemāleddīn'inkiyle olan ilişkisi konusuna dokunalım. Freibergli Dietrich Dominiken bir keşiştir ve hayatı hakkında çok az şey bilinmektedir. Onun Kemāleddīn el-Fārisī'nin bir çağdaşı olduğu ve kitabını 14. yüzyılın ilk onluğunda yazdığı tahmini doğru olabilir. Bu kitabı, içerdiği gökkuşağının oluşumu konusundaki tamamiyle yeni olan açıklamalar nedeniyle G. Hellmann[26] 1902 yılında «Orta Çağ'da Avrupa'nın bu tarzdaki en büyük başarısı» olarak nitelendirmektedir. Bununla kastedilen, ışığın su damlasında iki kez kırılmasının, bir ve iki kez yansımasının sonucu olarak gökkuşağının oluşumuydu. Kemāleddīn'in metninin E. Wiedemann tarafından tercüme edilmesi ve incelenmesi sayesinde 20. yüzyılın ilk onluğunda, Dietrich'in kitabındaki hayranlık uyandıran açıklamaların Arap-İslam kültür dairesinden olan çağdaşının kitabında tamamiyle bulunabilirliği ortaya çıkmıştır. J. Würschmidt, E. Wiedemann'ın teşvikiyle, her iki kitap arasındaki muhtemel ilişki sorununu esaslı bir şekilde incelemişti[27]: «Kemāleddīn herşeyden önce, Dietrich'de ve aynı şekilde önceki Arap bilginlerde bulunan bir dizi hatadan sakınmıştır ve

20 Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, a.y., s. 112-113 (Tekrarbasım: s. 294-95)

21 Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 2, s. 296-299; Tercüme E. Wiedemann, *Über die Brechung des Lichtes*, a.y., s. 31-36 (Tekrarbasım: s. 613-618 yani s. 229-234); Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, a.y., s. 102-103 (Tekrarbasım: s. 284-285).

22 Hellmann, G.: *Meteorologische Optik 1000-1836*, a.y., s. 17-30.

23 Schramm, Matthias: *Ibn al-Haythams Stellung in der Geschichte der Wissenschaften*, Fikrun wa Fann 6/1965/2-22, özellikle s. 21; krş. Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, a.y., s. 102 (Tekrarbasım: 284).

24 Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, a.y., s. 103 (Tekrarbasım: 286).

25 Schramm, M.: *Ibn al-Haythams Stellung*, a.y., s. 21.

26 Hellmann, G.: *Meteorologische Optik 1000-1836*, a.y., s. 8.

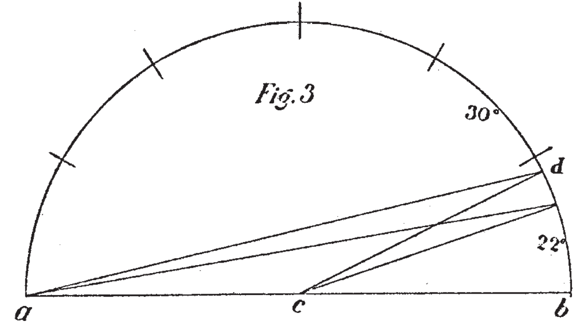
27 Würschmidt, Joseph: *Dietrich von Freiberg*, a.y., s. 1-4.

özellikle daha sonra Descartes tarafından ortaya konulan gökkuşağı teorisi için çok önemli [su küreciğinde oluşan] ışın yansımasını, dönen ışının varlığını açıkça tanımıştır ...»

«Demek ki biz eşzamanlı, bir birinden bağımsız iki büyük esere sahibiz. Bu kitaplar gökkuşağı oluşumu sorunuyla uğraşmakta, ortak kaynaklara dayanmakta ama bu kaynaklardan doğan eserlerle birbirinden farklı ileriye götürüşler içermektedir. Her iki eserde de teorik düşünceler deneylerle desteklenmektedir; hatta Dietrich tecrübeyi şu argümantasyonla üstadı Aristo'nun felsefi temellerinden daha yükseğe yerleştirmektedir: 'Aynı Aristo bize, tecrübi olarak kesin olandan vazgeçilemeyeceğini' öğretmiştir. Tam da bu cümlenin bana göre bilhassa üzerinde durulması gerekmektedir; çünkü tecrübeye bu denli yüksek bir değer verişte Araplardan alınan mirası görebiliriz. Araplar, özellikle Kemāleddīn gibi, bugün bile örnek olabilecek hayli ilerlemiş bir tecrübe maharetine sahip idiler.»[28]

Würschmidt, Dietrich'in eserindeki İbn el-Heys̱em, İbn Sīnā ve İbn Rüşd gibi Arap öncülerin izlerine dikkat çekmekte ve şöyle devam etmektedir: «Burada, Dietrich'in muhtemelen sadece İbn el-Heys̱em'in optiğinden değil, aynı zamanda diğer Arapça kaynaklardan da beslendiğini görmekteyiz; bununla birlikte birçok noktada daha önceki bilginler tarafından yapılanları, Kemāleddīn'den bağımsız olarak, herşeyden önce güneş ışınlarının bir kerelik yansımanın ve iki kerelik kırılmasının su damlalarında ortaya çıkmasını görmesiyle ve bu olguyu teorisinin temeli yapmasıyla aşmıştır. O bununla, Kemāleddīn'in ters dönüş ışın bilgisiyle olduğu gibi, çok fazla şeye ulaşmamışsa da, kırılma yasası bilgisine sahip olmaksızın mümkün olduğu ölçüde bunun ana fikrini gerçekleştirmesini hayranlıkla takdir etmeliyiz. Ondan sonra yüzyıllar boyunca önemli ölçüde daha iyi bir açıklama başarılamamıştır; kırılma teorisi yoluyla ortaya çıkan problemin tam bir çözümünü vermek ancak Yeni Çağa nasip olmuştur.»[29]

Würschmidt'in açıklaması kendi döneminde



E. Krebs'den çizim,
Meister Dietrich,
metinler, s. 32.

belki de tek mümkün olanıydı, çünkü Arap-İslam bilimlerinin Avrupa'daki resepsiyon ve özümsenme sürecinin niteliği ve tarzı bugünden daha az aydınlatılmış bulunuyordu. Gerçi biz bugün bile önemli sayılabilecek ölçüde daha ileri değiliz, bununla birlikte bu arada, Arap-İslam kültür çevresinin kazanımlarının veya keşiflerinin, kitaplarının, haritalarının ve bilimsel-teknik aletlerinin Batı'da şaşırtıcı hızla tanınmış olduğu yönünde yeterli örnekler bilmekteyiz. Kemāleddīn ve Dietrich İlhanlılar dönemi İran'ından doğan aktif beşeri temasların başlamış olduğu bir dönemde yaşamışlardır. Batı yolu Tebriz ve Merāğa'dan Trabzon ve İstanbul üzerinden İtalya'ya ve doğu Avrupa'ya gitmekteydi. Yeniliklerin aracıları çoğu kez din adamlarıydı, seyyahlar veya elçiler de nadir değildi.

Würschmidt'in bir gözlemini hesaba katmamazlık edemeyiz. O herşeyden önce bir figürü ilginç bulmaktadır, çünkü bu figürde Kemāleddīn'de ve de Dietrich'de yanlış olarak «güneş, tıpkı gözlemcinin gözü gibi, sonlu olanda, hatta gökkuşağından daha doğrusu burada onun yerini alan aynadan aynı uzaklıkta bulunmaktadır.»[30]

[28] Würschmidt, Joseph: *Dietrich von Freiberg*, a.y., s. 2.
[29] a.e., s. 4.
[30] a.e., s. 3.

Mamafih Dietrich'deki Engelbert Krebs'in[31] dikkat çektiği bir diğer figüre bakacak olursak, açıklamasında o inanılmaz bir hata yapmaktadır: Kavis yerini (Bogenraum) güneş ɑ gökkuşağı tepe noktası *d* yi 138° yerine 158° olarak göstermekte, bu da, onun iris yarıçapını 42° yerine 22° olarak hesaplamasıyla sonuçlanmaktadır [...]. 138° ve 42° yerine 158° ve 22° sayılarının yazılmasının yazmaların bir istinsah hatası olmadığı ... III. Bölümün 8. bölümünden ortaya çıkmaktadır. Burada o, halelerin çapını 22° olarak [yani yarıçap 11°] ve daha sonra hale çapını gökkuşağı çapının yarısı büyüklüğünde sunmaktadır ki bu da onun hatalı sayılarıyla örtüşmektedir, gerçekte yarıçap oranı yarıçap:hale = 4:1 dir. Bu hatalı sayılara ilişkin bir açıklama, ancak bizzat, genel geçer meşhur ölçüme değil de sadece spekülatif temellendirmeye bağlı olan Dietrich'in bilinen 138° yi yanlış kopya etmesiyle ve hepsi bu rakama dayandırılabilen hesaplamalarını bu esasa göre yapmış olmasıyla aydınlatılabilir.»[32]

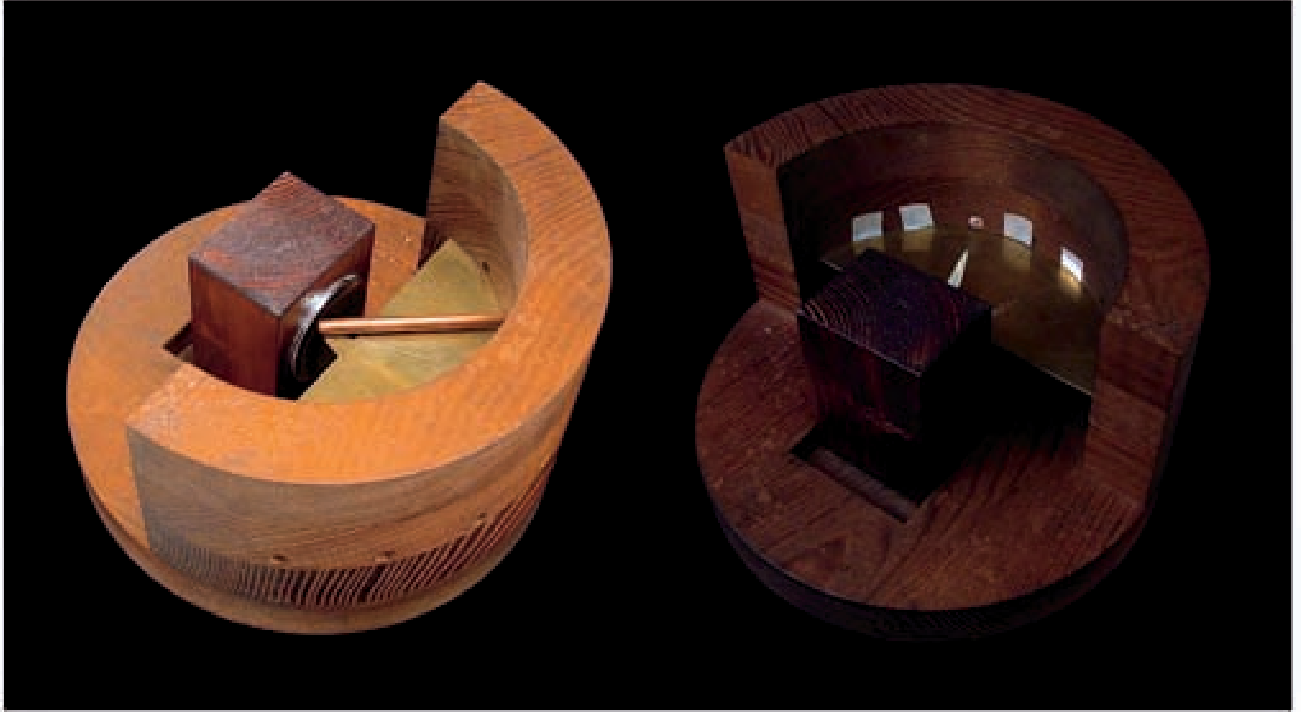
Würschmidt'in, Dietrich'in Kemāleddīn'in eserini tanımış olamayacağı, çünkü bu eserde Dietrich'in eserinde meydana çıkan «bir dizi hatanın» bulunmadığı çıkarımı bence ısrarla savunulamaz. Bu olgu, Dietrich'in Kemāleddīn'in eserinin içeriğini tam olarak anlamadığı ya da dolaylı yoldan tanıdığı şeklinde açıklanabilir.

Bu bağlamda Dietrich'in karakteristik hatalarından birisi bana pek aydınlatıcı gelmektedir. Beş renk ışınını sunmak için kullandığı ana figüründe, bunların hepsini yanlışlıkla tek bir su damlasından paralel olarak dışarı çıkarırken, diğer yandan –Kemāleddīn'de olduğu gibi– tamamiyle doğru bir şekilde «göz *c*'deki renkleri farklı damlacıkların ışınları vasıtasıyla, herbir damlacıktan göze sadece bir renk çarpacak şekilde oluşturuyor»[33]. Freibergli Dietrich'in gökkuşağının oluşumu sorunuyla ilgilenen çağdaşlarından Roger Bacon veya Witelo gibi ya da bunlardan sonra Francesco Maurolico (ö. 1575) gibi René Descartes (ö.1650)'a kadar hiçbirisinin İbn el-Heyṡem'in bu sorundaki sonuçlarını aşan anılmaya değer bir adım atmadığı olgusu, ayrıca Dietrich'deki kaba hatalar ve «konuya matematiksel olarak nüfuz etme»nin[34] eksikliği göz önünde bulundurulacak ve Arap-İslam bilimlerinin o dönemde nasıl ve ne tarzda alındığına yeterince dikkat edilecek olursa, şu varsayıma zahmetsizce ulaşılır: Kemāleddīn el-Fārisī'nin eseri yayınlanmasından hemen birkaç yıl sonra Avrupa'da, birkaç kişinin yanında da olsa, verimli bir toprağa düşmüştür.

Otto Werner'in[35] Leonardo da Vinci'nin fiziği hakkındaki 1910 tarihli bilimsel bir incelemesinde, Kemāleddīn'in eserinin Avrupa'da tanınmış ve Leonardo tarafından kullanılmış olması gerektiği tahminine ulaşması oldukça anlamlıdır. Werner, «Codex Atlanticus'da [Leonardo'nun eseri] fol. 238r-b bulunan bir resmin Kemāleddīn el-Fārisī'nin resmine bağlı olduğunu» görmekten hayrete düşmüştür. Ona göre «Theodosius Saxonicus'un gök kuşağı teoremiyle Kemāleddīn el-Fārisī'ninki arasında var olana yakın ilişkiler» de Avrupa'nın Kemāleddīn'in kitabıyla olan tanışıklığı lehine ayrıca tanıklık etmektedir.

Modelimiz Kemāleddīn el-Fārisī'nin gökkuşağı olgusunu geliştirmede kullandığı teorik hamleyi anlaşılır hale getirmeye hizmet etmektedir; tek bir damla, aracı olarak işlev gören (Kemāleddīn'de cam veya saf kuvars) daha yüksek kırılma oranlı yuvarlak bir diske tecrit edilerek, ışınının tek bir damlaya girmesi ve damladan çıkması esnasında gerçekleşen iki kerelik kırılmayla ve bir ila iki kerelik yansımayla ışın hareketlerinin gösterimine izin vermektedir, *Tenḳīḥ el-Menāzir*'in figüründe tasvir edildiği gibi.

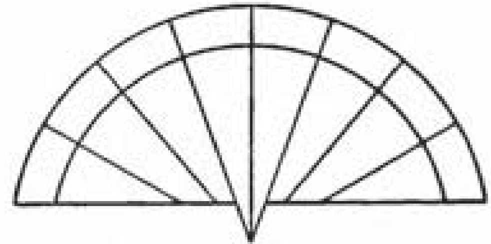
[31] *Meister Dietrich (Theodoricus Teutonicus de Vriberg). Sein Leben, seine Werke, seine Wissenschaft*, Münster 1906, s. 32*-33*.
[32] a.e., s. 2.
[33] Krebs, E.: *Meister Dietrich*, a.y. s. 34*.
[34] Schramm, M.: *Ibn al-Haythams Stellung*, a.y., s. 21.
[35] *Zur Physik Leonardo da Vincis*, a.y., s. 111.



Işık Yansımasını Gözlemleme Aleti

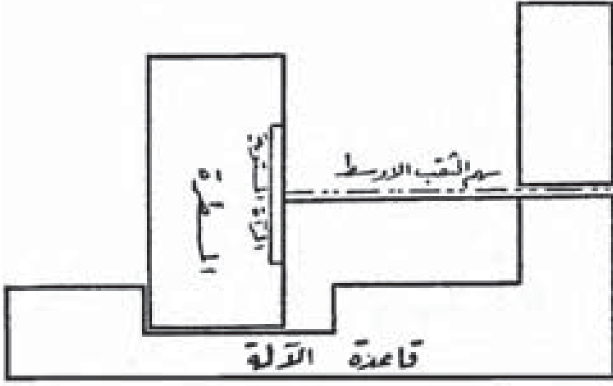
Modelimiz:
Sert ağaç, aşındırılmış.
Yarım silindirin çapı: 28 cm.
7 farklı ayna düzeneğin içine yerleştirilebilir.
(Envanter No: E 2.06)

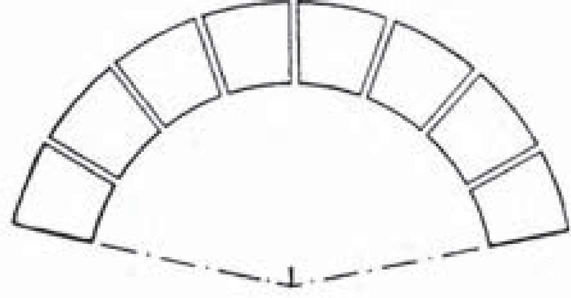
Büyük optik kitabının (*Kitāb el-Menāẓir*) dördüncü risalesinde (*maḳāle*) İbn el-Heys̱em (ö. 432/1041'den sonra) ışık yansıması öğretisini oldukça ayrıntılı bir şekilde incelemektedir. Bunu müteakip « yansıma aleti»nin (*ālet el-inᶜikās*) kusursuz bir tarifini ve kullanımını vermektedir. Aletin görevi, yansıma yasasını örneklerle göz önüne sermektir. Bu yasa, düşen ışınların açısının geriye yansıtılan ışınların açısına eşit olduğunu söylemektedir. Alet ayrıca bu yasanın silindir, konik ve küresel aynalardaki yansımalar ve renkli ışınlar için de geçerli olduğunu göstermeye yaramaktadır. *Kitāb el-Menāẓir*'in bize ulaşan yazmalarında resimler bulunmamaktadır. Kemāleddīn el-Fārisī'nin şarihi daha o zamanlar bundan yakınmakta ve bu eksikliği şerhinde bizzat kendisi tarafından yapılan resimlerle (ileride verilecektir) bertaraf ettiğini söylemektedir[1]. Bu alet için de Muṣṭafā Naẓīf'e[2] mükemmel bir tarifi ve gerekli resimleri borçluyuz. İbn el-Heys̱em'e göre alet iki ana parçadan ve bir dizi ikincil parçalardan oluşmaktadır. Ana parçalardan birisi yarım daire şeklinde pirinç levhadır. Bunun asli formu yaklaşık 10 cm. yarıçaplı bir yarım daireye tekabül etmektedir. Ondan, taslakta tasvir edildiği gibi sadece uçlar bulunmaktadır.



Kenara doğru her iki yandan 2 cm. enindeki daire parçaları çıkarılır. Geriye kalan üçgenin uçları pirinç tabakayı belirleyen dairenin merkezine tekabül etmektedir.

[1] Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 1, s. 339.
[2] *el-Ḥasan b. el-Heys̱em*, a.y., s. 346-363.





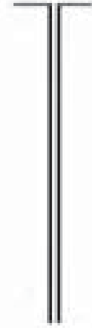
İkinci ana parça ahşap bir yarım silindirdir ve yandaki taslakta sunulduğu gibi yuvarlak ahşap levhaya sıkıca dayanmaktadır. İbn el-Heysem, çok yüksek kaliteli ağacın kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Silindirin dış çapı 28 cm., duvarının kalınlığı 4 cm. ve yüksekliği 12 cm.'dir. Silindirin iç duvarına yukarıda tarif edilen pirinç levha temele paralel olarak ve buna 4 cm.'lik bir uzaklıkta oturtulur. Pirinç levha ahşap duvarın merkezine doğru (2 cm.) bir yive sürülür, böylece iç daire çizgisi silindirin iç duvarına bir noktada temas eder. Daha sonra [daha doğru bir ifadeyle: daha önce] her bir 1 cm.'lik çapa sahip yedi silindir delik, ahşap duvara açılır, açma işlemi şu şekilde yapılır: Delikler levhaya yukarıdan bir noktada temas eder ve eksenleri aşağıda bulunan levha üzerinde çizilmiş yedi yarıçapa paralel olarak durur.

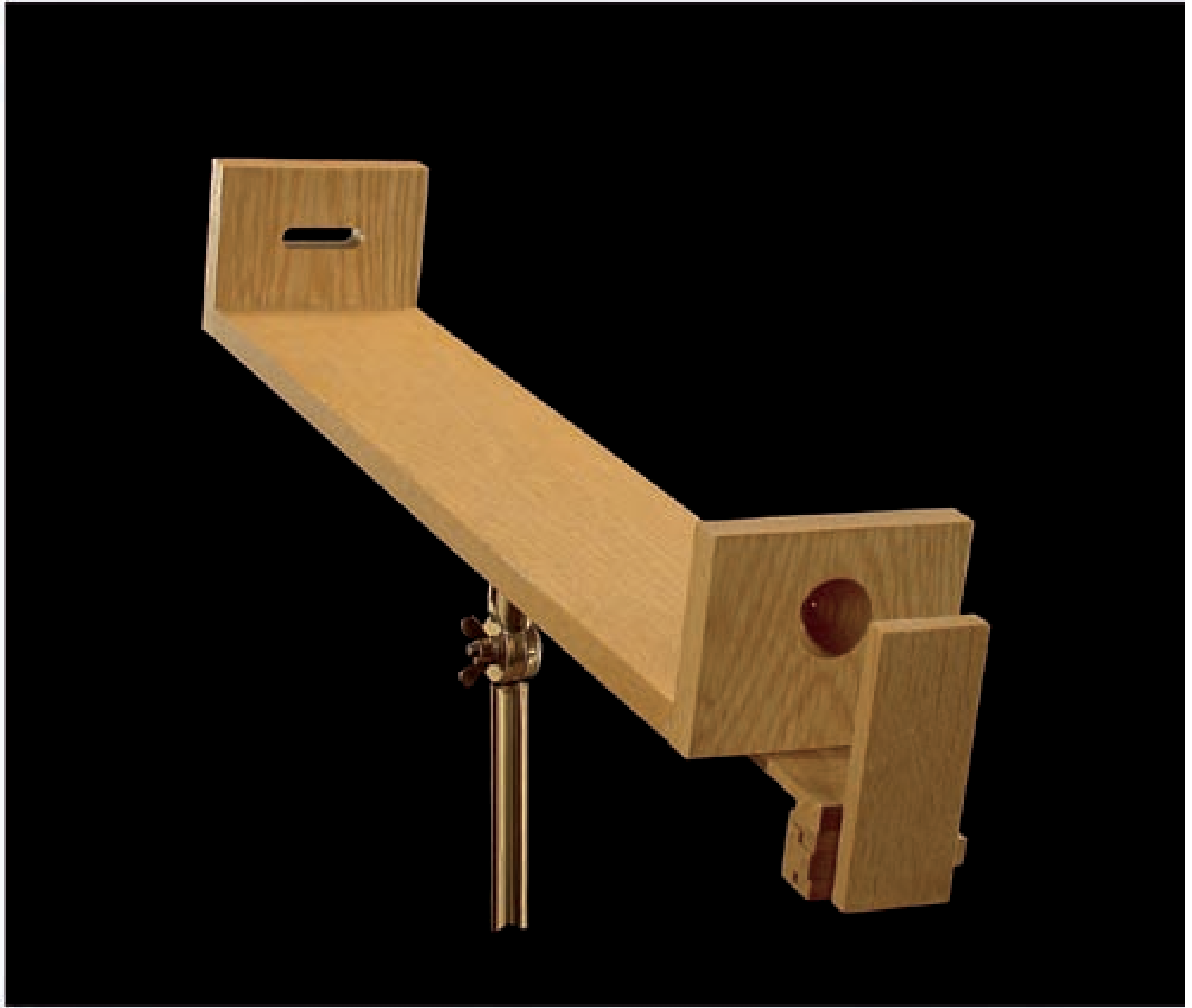
Ahşap kaidede, açık yarım silindirin önünde, içine gözlemde kullanılan aynaların yerleştirildiği bir dörtgen oyuk yer bırakılmıştır. Kendilerine ait tutacaklarla birlikte yedi ayna öngörülmüştür: Bir düz, iki küresel, iki silindir formlu ve iki konik (her biri içbükey ve dışbükey). Bunlar oyuğa öyle uydurulur ve yerleştirilir ki, merkezleri her defasında pirinç levhanın ucuyla temas halinde kalır. Deney esnasında yedi delikten altısı yarım silindirin dış yüzünde maskelenir ve iç yüzde herbir beyaz bir kağıt parçasıyla kapatılır. Bu [kağıt parçası] yuvarlak kenar işaretlenebilene ve oyuğun merkezi hassas bir kalemle bilinir kılınana kadar parmakla sıkıca bastırılır.

İbn el-Heysem bu aletle yapılan gözlemler için, içerisine güneş ışığının dar bir delikten düştüğü bir yeri tercih etmektedir. Düzenek, güneş ışığı, açılmış her bir delikten aynaya düşecek ve orada yansıtılacak şekilde kurulmaktadır. Yansıtılan ışık daha sonra yarım silindirin iç yüzünden (hareketle) kağıt bastırılarak kapatılan delikten bilinebilir. Bu delik, açık delik ve pirinç levha ile birlikte bir eşkenar üçgen oluşturmaktadır.

Deneyci deneyini hangi delikle yapacak olursa, aynı sonucu elde edecektir. Çapı, deliklerden birisine tam olarak uyacak şekilde seçilmiş ve uzunluğu silindirin çapına çapıyla örtüşen bir ince boru da kullanılabilir, böylece bu ince boru, ucuyla birlikte aynanın merkezine temas eder.







Ay Işığını
Gözlemleme Aleti

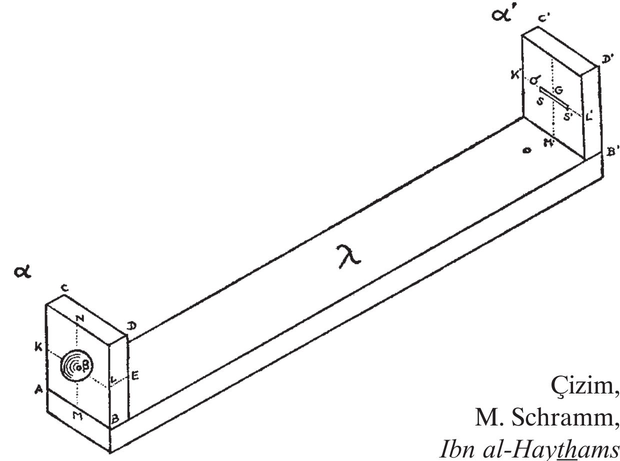
Modelimiz:
Ahşap (meşe), aşındırılmış ve verniklenmiş.
Gözlem rayı yive sürülen
hedef arayıcısı ile birlikte.
Uzunluk: 50 cm. Pirinç eklem, ayarlama
vidası ile birlikte. Ayaklık boyu: 100 cm.
(Envanter No: E 2.07)

«Ay Işığı Hakkında Risale» (*Maḳāle fī Ḍav᾽ el-Ḳamer*[1])'sinde İbn el-Heys̱em (ö. 432/1041'den sonra) şunu göstermeyi istemektedir: «Ay, kendinden ışık saçan bir cisim etkisini göstermekte ve böylelikle yansıtan veya saydam ve ışığın sadece geçmesine izin veren ışıklı cisimlerden esaslı bir şekilde farklılık göstermektedir.»

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 255-256. Bu risale 1357 (1939) yılında Haydarabad'da yayınlanmıştır (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 75, Frankfurt 1998, 8. metin), Almanca tercüme Kohl, Karl: *«Über das Licht des Mondes». Eine Untersuchung von Ibn al-Haitham*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 56-57/1924-25 (1926)/305-398 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 58, Frankfurt 1998, s. 135-228), M. Schramm'ın ayrıntılı analizi, *Ibn al-Haythams Weg*, a.y., s. 70-87, 130-189.

«Kendinden ışık saçan bir cisim kavramını o, bu farklı durumların aksine şu şekilde belirlemiştir: Her bir noktasından o noktanın karşısında bulunan her noktaya ışık gidebilmelidir. İbn el-Heys̲em böylece Ay'dan hareketle, onun ışık saçan yüzeyinin bu koşulu yerine getirdiğini ispatlamak istemektedir.»[2]

Ay ışığının bu karakterini açıklamak için İbn el-Heys̲em ayrıntılı bir biçimde anlattığı bir alet[3] imal etmiştir: «Ay ışığının niteliğini araştırmak için, tam anlamıyla düzgün olan ve düz bir yüzeye sahip olan uygun uzunlukta, genişlikte ve kalınlıkta bir cetvel alırız. Uçlarına (düz yüzeye dikey) uygun uzunlukta karşılıklı duran iki paralel nişangâh yerleştiririz, bunların uzunluk ve enleri eşittir; bu arada nişangâhların enleri cetvelinkiyle eşit olmalıdır. Bunlardan birisinin ortasında, cetvelin ucuna yakın yerde, yarım küreye benzeyen pürüzsüz duvarlı oyukluk sağlarız ve ortasına küçük yuvarlak bir delik oyarız. Diğer nişangâhın ortasından cetvelin yüzeyine paralel bir düz çizgi çekeriz. Birinci nişangâhdaki deliğin merkezi olarak bu çizgi, cetvelin yüzeyinden aynı uzaklıkta durur. Uzunluğu, nişangâhın enine göre ölçülerek, birinci nişangâhdaki deliğin merkezinden bakıldığı zaman, altında ayın çapının gözden hareketle görüldüğü açıdan daha küçük olmayan bir açıya tekabül edeceği şekilde seçilir. Aleti, her iki nişangâhın uzunluklarının geri kalanı ve de çizginin sahip olduğu nişangâhın eni her iki yüzde çizginin uzunluğundan daha kısa olmayacak şekilde kurarız. Bu çizgiyi nişangâhın bünyesine nüfuz edene kadar keseriz ve kenarı mümkün olabildiğince pürüzsüz yaparız (böylece nişangâhda bir yarığa sahip oluruz). Daha sonra paralel yüzeylere sahip başka bir cetvel alırız, bu önemli ölçüde daha uzundur, fakat birincisiyle aynı genişliktedir. Bu cetvelle birinci cetveli birleştiririz ve yarıklı nişangâhın bulunduğu ucunu ikinci dört köşeli cetvelin ucuna tam olarak yerleştiririz. Bağlı her iki uca bir eksen (menteşe) takılır, onları bu eksen çevresinde döndürmek için. İkinci dörtgen uzun cetvelin



Çizim, M. Schramm, *Ibn al-Hayt̲h̲ams Weg*, s. 147.

diğer ucu dört köşeli bir kaide, kütük üzerinde sabitlenir ve böylece bu cetvel iki kollu alet biçimine sahip olur.»[4]

Aletin kullanımını İbn el-Heys̲em şu şekilde açıklamaktadır: « Ay ışığının niteliğini bu aletle araştırmak için, Ay'ın karşısında bu aletle yerimizi alırız, gözü küçük deliğe yerleştiririz ve cetveli, Ay cismini hem delik ve hem de yarık arasından eşzamanlı olarak görene kadar hareket ettiririz. Daha sonra birinci cetveli iki nişangâhla birlikte yukarı ve aşağı doğru hareket ettiririz, ta ki üstteki nişangâhda bulunan yarığın iki ucundan birisi Ay cisminin hacmiyle birlikte görülür ve bu da bu kenara komşu bulunan yüzde olur: Bu esnada yarık tarafından örtülen, geriye kalandır ve diğer kenarın yakınına doğru durandır, eğer orada boş bir delik varsa. Böylece ay cismininin hacmi, örtülen kısımların ucuyla görülür. Bu durumda gözün, Ay'dan, yarık arasında görülenden başka hiç bir şey görmediği aşikardır. Çünkü her iki nişangâhdan yarığın iki yüzünün her birinde geriye kalan, küçük delik çevresinde gözden hareketle Ay'ın çapının kapsadığı açıdan daha küçük olmayan bir açıyı kapsar.

[2] Schramm, M.: *Ibn al-Hayt̲h̲ams Weg*, a.y., s. 146.

[3] Muṣṭafā Naẓīf: *el-Ḥasan b. el-Heys̲em*, s. 156-158; Schramm, M.: *Ibn al-Hayt̲h̲ams Weg*, a.y., s. 146 ff.

[4] *Maḳāle fī Ḍavʾ el-Ḳamer*, s. 12-13; Tercüme Kohl, Karl: *Über das Licht des Mondes*, a.y., s. 334 (Tekrarbasım: a.y., s. 164).

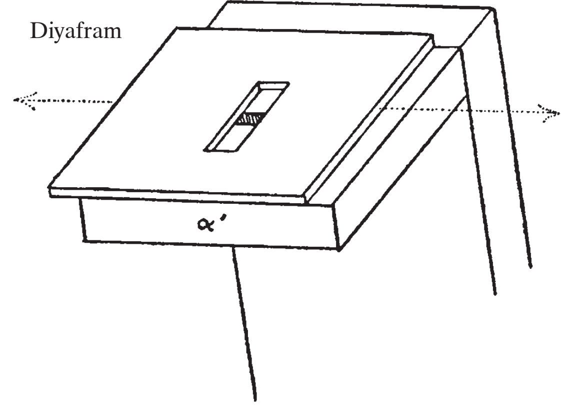
Bunu yaptıysak, gözü delikten uzaklaştırırız ve deliğin (gözün bulunduğu yer) karşısına katı bir cisim koyarız; onun üzerinde uygun bir biçimde ışık belirir. Bu durumda ışık delikten dışarı çıkar ve karşı tarafta bulunan cisme ışık verir. Bunun sonucu olarak, bu durumda, delikten dışarı çıkan ışık, sadece Ay'ın yarıktan görünen kısmından gelir. Bu, ışığın sadece düz çizgiler doğrultusunda dışarı çıktığına işarettir. Bu çizgilerin doğrultusuna göz, bu çizgiler üzerinde bulunanı kavrar ve bu deliğin bu konumunda yarık içinden kavranan kısım dışında nesneden hiç bir şey görünmez. Bu durumda, görülen ışığın, sadece bu yarıktan görülen kısımdan dışarı çıkan ışık olduğu bellidir. Delikten dışarı çıkan ışık görünürse üzerine bu ayarlamada ışığın ışık verdiği cisim sıkıca tutulur, yarığın kenarına katı bir cisim oturtulur ve yavaş yavaş hareket ettirilir ve delikten dışarı çıkan ışık gözlemlenir. Bu oldukça yavaş yavaş, kaybolana kadar azalır. Örten cisim yarığın ucuna takılıp yavaş yavaş hareket ettirildiğinde de durum aynıdır. Bundan sonra da dışarı çıkan ışık kaybolana kadar sürekli azalır ve tamamen kaybolduğu için hiç ışık görülemez. Yarıkta bir kısım boş olduğu müddetçe ondan çıkan ışık, dikkate değer bir biçimde buna benzerdir. Buradan anlaşılacağı üzere, yarığın görülebilir her bir kısmından ışık küçük deliğe doğru dışarı çıkmaktadır. Zira eğer ışık Ay'ın sadece bir kısmından dışarı çıksaydı ve geriye kalan öteki bölümlerinden dışarı çıkmamış olsaydı, örten cisim tam bu yere ulaşana kadar ışıktan hiçbir şey kaybolmaması gerekirdi. Ama eğer cisim bu yere ulaştığında, delikten dışarı çıkan ışık yavaş yavaş küçülür değil de birdenbire yok olması gerekirdi. Fakat [deneyimizde] ışığın birdenbire kaybolmadığını görüyoruz. Bu mütalaadan, küçük delikten dışarı çıkan ışığın görülebilir yarığın bütününden geldiği sonucu çıkar. Bunun gözlemlenmesi zor olduğundan yarıktan dışarı çıkan ışığın küçülmesi açık ve seçik bir biçimde algılanamaz. Küçük delikte Ay yüzeyinin sadece yarığın bu kısmına karşı duran yöndeki kısmının görülmesi için cetveli sallanmaz hale getirmek ve kenardan çıkıntı teşkil edeni örtmek zorunludur. Işık, yarıktan küçük deliğe doğru gider ve deliğin arkasında sabit dikili duran cismin üzerinde belirir. Eğer yarık her iki yanından o yarıktan sadece küçük bir kısım geriye kalana kadar örtülmek istenirse, böylece ondan dışarı çıkan ışık tam o anda görülebilir ve farkedilemeyecek kadar küçük değildir (yani eğer algılanabilirlik sınırına tam yaklaşılırsa), böylece yarığa küçük bir delikli cisim yerleştirilir ve bunun vasıtasıyla yarığın tamamı bu deliğe tekabül eden parça hariç örtülmüş olur. Bu durumda birinci küçük delikten onun arkasında bulunan cisme doğru giden ışığın Ay yüzeyinin küçük bir kesiminin ışığı olduğu ve sadece ışığın dışarı çıktığı çok küçük kısmın birinci delik tarafından kapsandığı besbellidir. Bu esnada yarığın kenarları Ay yüzeyinin karşısında bulunacak durumdadır ve Ay'ın sadece orta kısmı gözlemleniyor demektir.»

«Eğer bu yarıktan, sadece küçük bir kısım geriye kalacak şekilde daha büyük bir kısım örtülürse, bakış birinci delikten ve yarığın örtülmeyen kısmı vasıtasıyla Ay'ın belirli bir miktarı kavranır. Bu, ışığın hala görülebilecek kadar dışarı çıktığı en küçük miktardır. Her iki delikten dışarı çıkan ışığın sadece bu küçük kısımdan dışarı gelen ışık olduğu besbellidir. Çünkü bu iki delikten Ay'ın bu kısmından başka hiçbir şey o esnada görülmez. Bundan sonra, yarığın üzerine yerleştirilmiş olan maskeleyen cisim bizzat yarık boyunca yavaş ve dikkatle hareket ettirilir. Böylece yarığın örtük olmayan kısmı değişikliğe uğrar. Bunun ve ilk deliğin karşısında duran kısım Ay'ın birinciden farklı bir kısmı olur. Daha sonra maskeleyen cisim, içinde bulunan küçük delik yarığın tamamını kaybedene kadar yukarı veya aşağı doğru hareket ettirilir. Bu sırada ışık devamlı olarak her iki delikten aynı tarzda dışarı çıkar.»

«Bu mütalaalardan, ışığın, Ay'ın yarığın karşısında bulunan kısmının bütününden dışarı çıktığı anlaşılmaktadır. Bundan sonra dikey cetvel daire içerisinde, yarık, Ay yüzeyinin birinci kısma paralel ve ona bitişik olan diğer bir kısmına doğrultulana kadar oldukça küçük bir miktarda döndürülmelidir. Daha sonra, ışığın delikten, sanki birinci kısımdan dışarı çıkarmış gibi tekrar aynı şekilde dışarı çıktığı görülür. Bu kısmı tekrar yavaş yavaş örtersek, ışık yavaş yavaş azalır. Yarığın üzerine tek deliği olan (delik diyafram) maskeleyen bir cisim anıldığı üzere koyarsak, bu cisim hareket ettirildiğinde, ışığın her iki delikten sürekli dışarı

çıktığı görülür. Dikey cetvel, Ay'ın görülebilir yüzeyi kaybolana kadar yavaş yavaş sağa sola hareket ettirilirse, Ay bütün bu konumlarda tam olarak aynı durumu sergiler. Bundan, ışığın Ay yüzeyinin bütün kısımlarından küçük deliğe doğru gittiği anlaşılır. Alet Ay'ın pek çok farklı yönüne döndürülür ve bu yerlerde ışık daha önce olduğu gibi gözlemlenir. Pek çok alet değişik yerlerde de eşzamanlı olarak kurulsa, hepsinde de devamlı aynı şeyle karşılaşılır.»

«Eğer Ay ışığının niteliği bu şekilde gözlemlenirse, kişi gözlemleme esnasında yardımcılar (asistanlar) tarafından desteklenmelidir ve cetvel, eğer küçük delikten dışarı çıkan ışık gözlemlenmekteyse, değişmez bir biçimde sabit tutulmalıdır ki böylece cetvel hareket etmesin. Ayrıca, üzerinde küçük delikten dışarı çıkan ışığın belirdiği cisim deliğe çok yakın durmalıdır ve dışarı çıkan ışığın gözlemlenmesi çok özenli gerçekleştirilmelidir. Çünkü küçük bir kısımdan dışarı çıkan ışık çok zayıftır, bu yüzden onu çok büyük özenle aramak gerekir. Gözlem dolunay gecelerinde gerçekleştirilmelidir. Bu durumun, ışığın gözlendiği her noktada ve gözlemin yapıldığı her vakitte tam olarak aynı olduğu görülür. Bundan, ışığın, Ay'ın bütün yüzeyinden karşı taraftaki her noktaya doğru gittiği sonucu ortaya çıkar. Fakat ışık, aydınlatan bütün ay yüzeyinden karşı tarafta bulunan her noktaya doğru gidiyorsa, Ay yüzeyinin her noktasından karşı taraftaki her noktaya ışık gider.»[5]



Çizim, M. Schramm, *Ibn al-Hayṯams Weg*, s. 168

«İbn el-Heyṡem'in önerdiği diyaframın formu üzerinde, objektif gezin açıklığını dikine kesebilecek bir yarık açılmış plaka olarak tasavvur etmek muhtemelen en iyisidir (bkz. resim 1). Burada, bu açıklığın enini de kesebilecek bir düzeneğin sözkonusu olamayacağını, İbn el-Heyṡem'in bu yarığın enini diyaframı her iki yandan kaydırmak yoluyla merkeze doğru belirlenmiş görmek istediği tarz bize tam olarak göstermektedir.»[6]

Modelimiz İbn el-Heyṡem'in ayrıntılı tarifine dayanarak yapılmıştır.

[5] a.e., s. 335-338 (Tekrarbasım: 165-168).
[6] Schramm, M.: *Ibn al-Hayṯams Weg*, a.y., s. 168.

Işık Kırılmasını Gözlemleme Aleti



Modelimiz: Pirinç, hâkkedilmiş. Çap: 34 cm, pirinç ayaklığa döndürülebilir olarak asılmış. Cam mahfazalar verniklenmiş pirinç çerçeve ile birlikte (25 x 40 x 27). (Envanter No: E 2.03)

Optik[1] kitabının yedinci bölümünde (*maḳāle*) İbn el-Heys̱em (ö. 432/1041'den sonra) kırılmanın (*inᶜiṭāf*) değişik durumlarıyla deney yapmaya yönelik bir alet tarif etmektedir, bu arada ışığın giriş açısı (*zāviye ᶜaṭfiyye*), kırılma açısı (*zāviye bāḳiye*) ve sapma açısı (*zāviye inᶜiṭāfiyye*) arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu tarif 1884 yılında E. Wiedemann tarafından Latince tercümeden, Arapça orijinalle karşılaştırılarak Almanca'ya tercüme edilmiştir[2].

«Yuvarlak, oldukça sağlam bir bakır disk alınır, diskin çapı en az bir arşındır. Bu disk, kendi yüzeyinde dikey olarak duran ve en az üç parmak genişlikte olan bir kenara sahip olmalıdır. Diskin arka yüzünün ortasında en az üç parmak uzunluğunda küçük yuvarlak bir sütun bulunmalıdır (bkz. resim 2, b), sütun diskin yüzeyinde dikey olarak durur.»

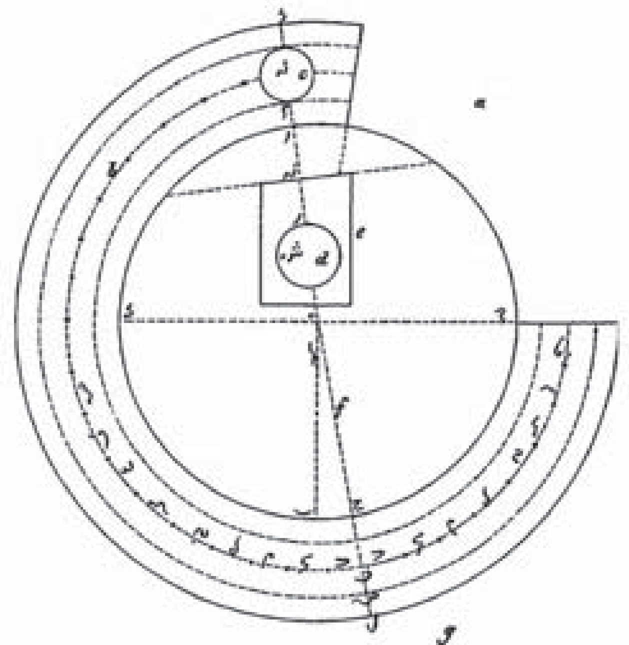


Fig. 1, E. Wiedemann (İbn el-Heys̱em'e dayanarak).

[1] Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 2, s. 155 ff.; Muṣṭafā Naẓīf Beg: *el-Ḥasan b. el-Heys̱em*, a.y., s. 685-693.

[2] Wiedemann, E.: *Über den Apparat zur Untersuchung und Brechung des Lichtes von Ibn al Haiṯam*, in: Annalen der Physik und Chemie (Leipzig) N.F. 21/1884/541-544 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 33-36 ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 33, Frankfurt 2001, s. 111-114).

«Bu aleti, tornacıların bakır avadanlıklar ürettikleri torna tezgahında, uçlarından birisi diskin ortasına diğeri küçük sütunun ortasına gelecek şekilde sabitleriz ve aleti, kenarlar içten ve dıştan tamamen dairesel ve pürüzsüz olana kadar ve küçük sütun da dairesel olana kadar döndürürüz. Bundan sonra aletin iç yüzeyinde üst üste iki dikey çap çizeriz, daha sonra aletin kenarının temelindeki bir noktayı işaretleriz. Bu noktanın, iki çaptan birisinin ucuna uzaklığı bir parmak genişliktedir. Bu noktadan hareketle diskin ortasından üçüncü bir çap çizeriz.»

«Bundan sonra bu çapın iki ucundan itibaren kenar üzerinde, diskin yüzeyine dikey iki çizgi çizeriz. Bu iki çizginin birisi üzerinde, diskten itibaren yaklaşık bir yarım arpa tanesi uzunluğunda birbirine mesafeli olan üç nokta işaretleriz ve torna tezgahında bu noktalar arasından birbirine eşit uzaklıkta duran üç daire çizeriz. Bu daireler doğal olarak karşı tarafta duran kısa çizgiyi aynı şekilde birbirine eşit uzaklıkta duran üç noktaya keser. Bunun üzerine orta daire 360 dereceye ve mümkünse de dakikalara bölümlenir. Kenara, merkezi yukarıdaki üç noktanın ortada bulunanı olan ve çapı dış iki noktanın aralarındaki mesafeyle aynı olan dairesel bir delik açılır. Şimdi ölçülü, ince, tam tamına dik dörtgen şeklinde düz bir madeni plaka parçası *d* alırız. Bu, kenarın yüksekliğinde ve yaklaşık aynı endedir. Bir yüzün ortasından buna dikey bir çizgi çizeriz. Bu çizginin üzerinde birbirinden eşit uzaklıkta duran üç nokta işaretleriz. Onların mesafesi *a* bu esnada kenardaki dairelerin beher ikisinin mesafesine eşittir. Bundan sonra plakaya, orta noktası yukarıdaki noktaların ortada bulunanına tekabül eden ve yarıçapı *a* mesafesiyle aynı olan yuvarlak bir delik açarız. Böylece aletin kenarındakine tam olarak tekabül eden bir delik elde ederiz. Bunun üzerine, diskin merkezini kenardaki çizgi ile bağlayan yarıçapın merkezi aranır ve burdan yarıçapa bir dik doğru çizilir; bunun (yarıçap) uzunluğunca şimdi küçük madeni plaka tamamen sıkıca sabitlenir, plakanın ortası tam olarak yarıçapın bulunacağı duruma gelir, ortadaki küçük aralık böylelikle tam olarak kenardakinin karşısında durur. Her iki aralığın orta noktalarının bağlantı çizgisi, kenardaki iki dairenin ortada bulunanının düzleminde, disk üzerindeki çapa paralel olarak bulunmaktadır ve usturlaptaki nişangâh benzeri bir durum sergiler. Bundan sonra aletin kenarından, deliğin bulunduğu çeyreğe bağlanan ve ilk iki çapla belirlenmiş olan çeyrek kesilir ve kenara tam eşitlenir. Bundan sonra dört köşeli, tercihen bir ziradan daha uzun bir metal parçası alınır ve bunun yüzeyi mümkün olabildiğince birbirlerine dikey olacak şekilde törpülenir. Aynı yüzeyin ortasında bir yüzeye dikey bir delik açılır, öyle ki yukarıda dile getirilen sütun formlu parça bu delikte zorlukla dönebilir. Bu deliğin içine sütun formlu parça oturtulur. Metal parçadan diskin kenarına eşit kadarı kesilir ve kesilen uçlar metal parçanın uçlarına koyulur ve birbirlerine bağlanır. Dört köşeli parçada bulunan aralıktan çıkıntı yapan küçük sütunun ucunun içine küçük bir pim takmak maksada uygundur.»

«Cihaz, merkez noktasına kadar su haznesine daldırılır, her iki deliği birbirine bağlayan çizgiye (su içinde) değişik ufuk açıları verilir, güneş ışığının deliklerden geçişinde suda görünen şeklin kırılma noktası saptanır.»

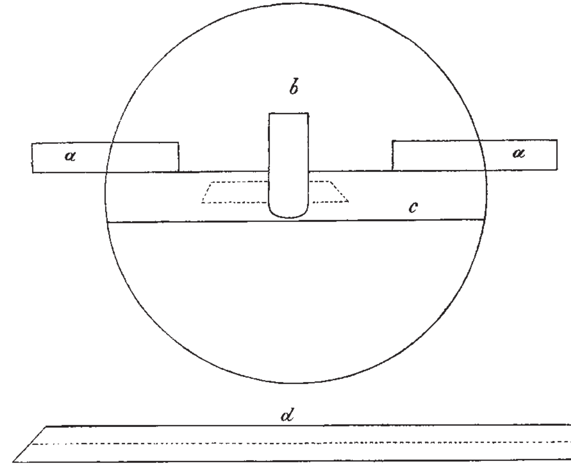


Fig. 2, E. Wiedemann (İbn el-Heyşem'e dayanarak).



Modelimiz:
Ahşap, verniklenmiş. İki kutu (her biri 30 x 30 x 40 cm), çapraz giden bir boru vasıtasıyla birbirlerine bağlı bulunurlar (boru, İbn el-Heyṯem'de olduğu gibi iki odacık arasındaki bağlantı duvarı arasında olmak yerine, burada açıkta durmaktadır). Yuvarlak bir açıklık, odacıkların birisinin dış yüzünün yukarısında boruya doğrultulmuş halde. Ön yüz akrilik cam. (Envanter No: E 2.05).

Fecir Işığı Işınlarının Doğrusal Cereyan Ettiğini İspatlamak İçin Deney Düzeneği

İbn el-Heyṯem fecir (gün ağarması) ışığını aksidentel kabul etmektedir. Bunu ispatlamak için deneyini bir duvarla birbirinden ayrılmış iki oda yardımıyla yapmaktadır. İlgili metni E. Wiedemann 1912 yılında Kemāleddīn el-Fārisī'nin *Tenḳīḥ el-Menāẓir*'inin[1] Leiden yazmasına dayanarak Almanca'ya tercüme etmiştir[2]:

«İki komşu ev *A* ve *B* odacıkları vardır, bir tanesi doğuda diğeri batıda bulunmaktadır. İçlerine ışık girememelidir. Doğu *A* evinin doğu *O* duvarı, gök yüzüne doğru açık durmaktadır (yani önünde hiç bir ev bulunmamaktadır); yukarı kısmında çapı en

[1] *Tenḳīḥ el-Menāẓir*: a.y., Cilt 1, s. 33.

[2] *Zu Ibn al Haiṯams Optik*, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 3/1911-12/1-53, özellikle s. 29-30 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 541-593, özellikle s. 569-570 ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 33, Frankfurt 2001, s. 165-217, özellikle s. 193-194); ayrıca bkz. Muṣṭafā Naẓīf Beg: *el-Ḥasan b. el-Heyṯem*, a.y., s. 158-160.

az bir ayak ve bir koni formunda *K* kesilmiş olan[3] dairesel bir delik *K* açılmıştır. Bu deliğin iç kısmı doğuya doğru yöneltilmiş olan dış kısmından daha geniştir. İki ev arasındaki ortak duvarlara karşılıklı iki delik O_1 ve O_2 açılır, bunlar bahsedilen deliğe eşit olup silindir şeklindedir, öyle ki birinci deliğin dış ucunun bir noktasını ve her iki deliğin iki sınırının noktalarından en yakın olanını birleştiren düz bir çizgi döndürülürse, bu çizgi silindir formlu deliğin yüzeyine yöneltilirse ve batı deliğine O_2 ulaşırsa. O_1 ve O_2 delikleri yeryüzüne birinci delik *K*'dan daha daha yakın bulunmalıdır ve öyle ki bir tanesinin içine bakıldığında, ilkinin arasından gökyüzü görülür. Burada en önemlisi duvarın öyle bir cisim olmasıdır ki, birleştirici oluklar uygun bir uzama sahip olurlar ve bu nedenle onlardan dışarı çıkan ışık aşırı derecede yayılamaz. Daha sonra *K*'nın dış kenarındaki çiviye sabitlenmiş olan bir ip O_1 ve O_2 deliklerinin kenarı boyunca geçip gidecek şekilde gerilir; böylece ip düz olur. İpin ucuna bir işaret *f* konulur. Bundan sonra gözlemci zifiri karanlık bir gecede eve gider...»

«Böylece gözlemci sabah aydınlığını dikkatle gözler; sabah aydınlığı parıldadığında, havayı parlak olarak görene kadar iki deliğin içinden bakar. Daha sonra özenle *f* yerini inceler. Burada ışığın zayıf bir izini görür. Işığın yükselmesine uygun olarak açık seçik belirginleşene kadar bu iz daha güçlenir ve ışığın yayılmasına uygun olarak her iki yerde (doğrudan doğruya delikte ve *f* yerinde) dairesel olarak ve delikten biraz daha geniş belirir. Eğer bundan sonra iki delikten birisi kapatılırsa,

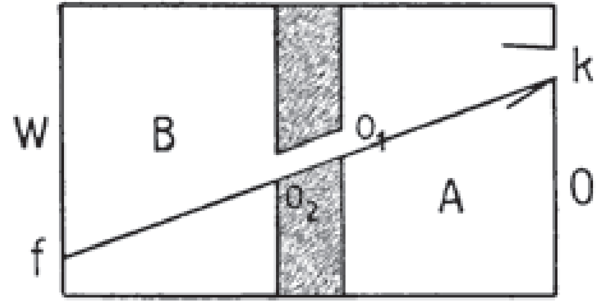


Fig. E. Wiedemann'dan

ışık karşıda bulunan yerden kesilir ve delikle göze çarpan ışık arasındaki doğrusal uzam katı bir cisimle kesilirse, ışık bu cismin üzerinde görünür ve düşme yerinden (*f*) izole edilir. Aynı durum yukarı ve alt delikler arasındaki mesafede gerçekleşir. Batı yönündeki eve belirli (birinci) deliğe uygun şekilde bir çok delik açılırsa, bunu uygun olarak bir çok ışık bulunur ve bunlar evde biraz önce tasvir edildiği gibi daha güçlü olurlar. Bu (doğrusal) uzam düz bir değnek ile belirlenebilir. Doğru çizgi üzerinde bulunmayan eğik uzamlar (yani yerler) katı bir cisim ile kesilirse, göze çarpan ışık kaybolmaz ve karanlık cisim üzerinde belirmez.»

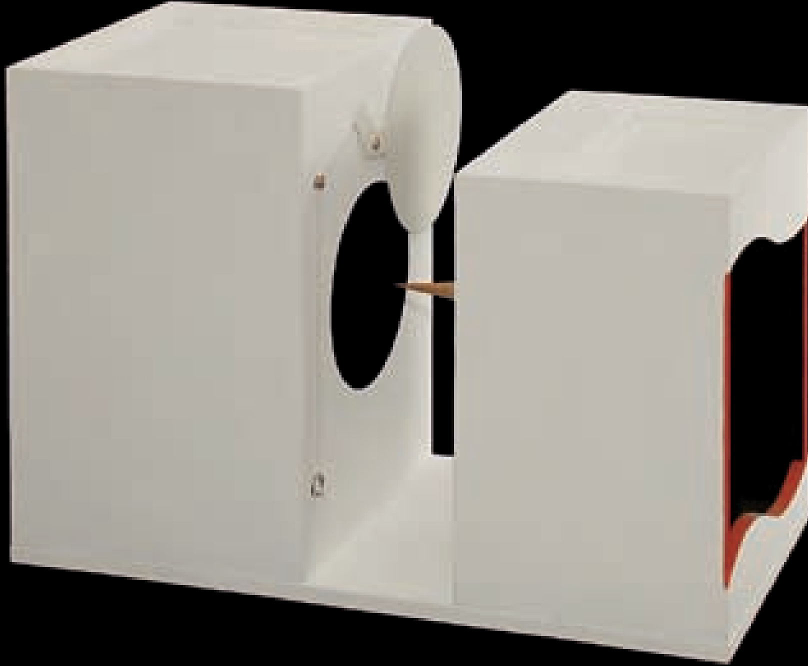
Modelimiz E. Wiedemann'ın (1912) ayrıntılı tanımına ve taslağına dayanılarak imal edilmiştir.

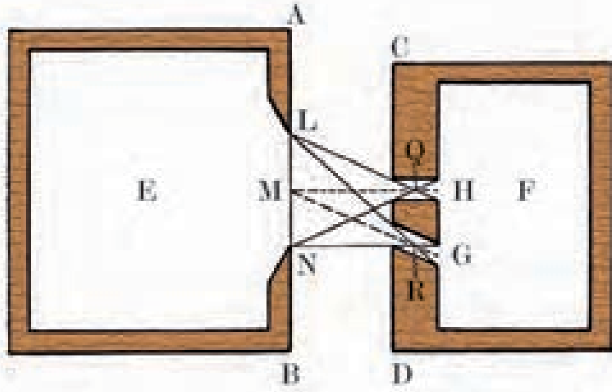
[3] Burada Wiedemann'ın çevirisini tashih ettik.

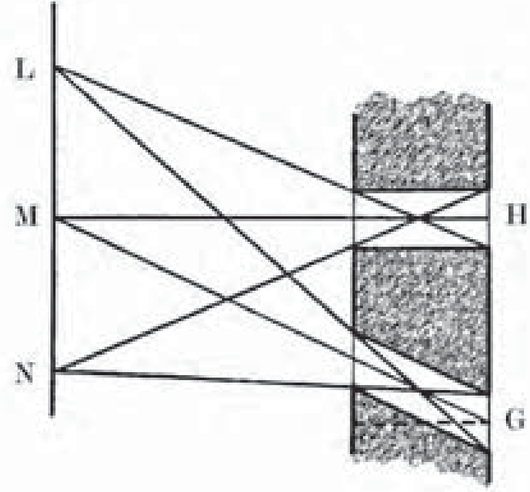
Aksidentel Işığın Doğrusal Cereyan Ettiğini İspatlamak İçin Deney Düzeneği



Modelimiz:
Ahşap, verniklenmiş.
Toplam genişlik 55 cm. Sol kutu ahşap koni ile ve çapraz geçen ışık açıklığı ile birlikte, gösterim için tek taraftan açıktır. Sağ kutu döndürülebilir bir diyaframla birlikte.
(Envanter No: E 2.04).

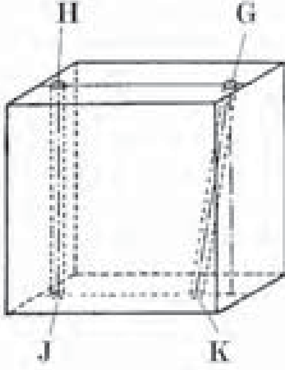






Çizimler, M. Naẓīf'e göre.

İbn el-Heyṯem'in bu deneyinin açıklaması hayli karmaşıktır. Onun metni oldukça ayrıntılıdır, buna karşın günümüze ulaşan yazmalarda resimler bulunmamaktadır. Ayrıc E.Wiedemann'ın çevirisi de itiraz kabul etmez değildir[1]. İbn el-Heyṯem optiğinin önemli uzmanı Muṣṭafā Naẓīf[2], Kemāleddīn el-Fārisī'nin şerhine[3] dayanarak anlaşılır bir yorum sunmaya çalışmıştır. Rekonstrüksiyonumuz için onun sunumuna ve taslaklarına dayandık. Muṣṭafā Naẓīf bu deney düzeneğini, gerçekleştirilmesinin karmaşıklığı bir yana, İbn el-Heyṯem tarafından geliştirilmiş metotların yüksek seviyesinin en iyi örneklerinden birisi olarak saymaktadır[4]. İbn el-Heyṯem deneyini birbirlerine yaklaşık 80 cm uzaklıkta duran ve her biri bir kapıya sahip olan fakat hiç penceresi olmayan iki oda aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Bunlar doğu-batı yönünde düzenlenmişlerdir.



Kenar uzunluğu yaklaşık 60 cm olan, CD duvarına tekabül edecek şekilde ahşap bir küp yapılır. Küpün karşılıklı bulunan iki yüzeyi kenarlara paralel olarak merkezde bir çizgi ile bölünürler. Çizgiler üzerinde, yaklaşık 4 cm'lik bir çapa ve dış kenardan 4 cm (G, H, J)'lik yani 8 cm (K)'lik bir uzaklığa sahip birer daire (G, H ve K, J) çizilir. Küp, H ve J arasında ve G ve K arasında dairelerin çapında tam olarak silindir formlu delinir. Bundan sonra küp yan odaya dönük olan, aynı çapa sahip CD duvarına sıkıca sokulur. Bunu müteakip tabanı 4 cm çapında ve boyu 140 cm olan ahşap bir koni yapılır, bu koni iki odanın duvarları arasındaki mesafe artı CD duvarının kalınlığına tekabül edecek şekildedir. Koninin ucuyla komşu odanın duvarında LM yarıçapının M merkezi işaretlenir. L noktasının HJ aralığıyla yönü belirlenir. Bu, deliğin içinden görülebilir olan en dıştaki noktadır. Komşu odanın duvarındaki daire orada yuvarlak bir açıklık oluşturmaya yaramaktadır. Bu açıklık ve karşı tarafta duran duvardaki dar açıklık vasıtasıyla aksidentel ışık ışınlarının doğrusal ilerlediğini tespit etmeye götüren pek çok gözlemler yapılır[5].

[1] *Zu Ibn al Haiṯams Optik*, a.y., s. 33 ff. (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 573 ff. ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 33, s. 197ff.).
[2] Muṣṭafā Naẓīf Beg: *el-Ḥasan b. el-Heyṯem*, a.y., s. 160-165
[3] *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 1, s. 33-39.
[4] Muṣṭafā Naẓīf Beg: *el-Ḥasan b. el-Heyṯem*, a.y., s. 165.

[5] İbn el-Heyṯem'in gözlemlerinin ayrıntılı bir sunumu için Muṣṭafā Naẓīf'in çalışmasına işaret ediyorum.



Karanlık Oda (Camera obscura)

Model ahşap:
42 x 36 x 37 cm.
Çelik sehpa: 90 x 60 x 93 cm.
Takma yerleri pirinç.
Gösterim için halojen lambalar
(Envanter No: E 2.01

Eğer İbn el-Heyṯem (d. 354/965 civarı, ö. 432/1041'den sonra)[1] günümüz bilimler historiyografisinde Camera obscura'nın asıl mucidi olarak görülüyorsa, buna sadece E. Wiedemann tarafından 20. yüzyılın ilk onluğundan itibaren girişilen ve onun tarafından teşvik edilen bilimsel çalışmalar neden olmuştur. Bundan önce bir dizi Avrupalı bilgin Camera obscura'nın mucidi olarak kabul ediliyordu, bunlar arasında şu isimleri sayabiliriz: Roger Bacon (ö. 1290 civarı), Witelo (Vitellius, Vitellio, ö. yaklaşık 1280)[2], John Peckham (Pecham, ö. 1292)[3], Levi ben Gerson (ö. 1344)[4], Leone Battista Alberti (1404-1472)[5], Leonardo da Vinci (1452-1519), Francesco Maurolico (1494-1575)[6] ve Giambattista della Porta (ö. 1615)[7]. Camera obscura sorununu İbn el-Heyṯem, kesinlikle Yunan ve Arap öncülerinin katkılarının bilgisi olmaksızın değil, optik hakkındaki temel eserinde (*Kitāb el-Menāẓir*[8]) ve iki monografide, «Güneş Tutulmasının Şekline Dair» (*Maḳāle fī Ṣūret el-Kusūf*[9]) ve «Ay Işığına Dair» (*Maḳāle fī Ḍavʾ el-Ḳamer*[10]), ele almıştır.

[1] Sezgin, F.: a.e., Cilt 5, s. 358,374, Cilt 6, s. 251-261.
[2] Sarton, George: *Introduction to the History of the Science*, Cilt 2, kısım 2, s. 1027-1028.
[3] a.e., s. 1028-1030.
[4] Werner, Otto: *Zur Physik Leonardo da Vincis*, Diss. Erlangen 1910, s. 108; Würschmidt, Joseph: *Zur Geschichte, Theorie und Praxis der Camera obscura*, in: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (Leipzig ve Berlin) 46/1915/466-476, özellikle s. 468 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 32, Frankfurt 2001, s. 20-30, özellikle 22).
[5] bkz. Werner, O.: a.e., s. 107.
[6] Gerland, E.: *Geschichte der Physik*, Münih ve Berlin 1913, birinci bölüm, s. 269; Werner, O.: a.e., s. 107.
[7] Gerland, E.: a.e., s. 271-272.
[8] Üç risaleden oluşan I. Cilt ʿAbdulḥamīd Ṣabra tarafından neşredilmiştir, Kuveyt 1983.s
[9] Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 257.
[10] Sezgin, F.: a.e., Cilt 6, s. 255.

Kitāb el-Menāẓir'in Arapça orijinalini E. Wiedemann ve onun tarafınadan teşvik edilen araştırmacılar daha tanıyamamışlardı. Daha önce 1572 yılında Friedrich Risner[11] tarafından yayınlanmış güvenilir olmayan Latince çeviri, kitabın içerdiği konunun ele alınışının önemine ilişkin kesin bir tasavvur vermekten çok uzaktır. Wiedemann'ın bilimsel çevrelerinde bundan ötürü, «çok ayrıntılı bir Camera obscura teorisinin, daha doğrusu yersel ilişkilere yönelik olan kullanımında,» ilk olarak *Kitāb el-Menāẓir*'in şârihi Muḥammed b. el-Ḥasan Kemāleddīn el-Fārisī (ö. 720/1320 civarı)'de var olduğunu tahmin etme eğilimi doğmuştu[12]. İşin aslını ancak Muṣṭafā Naẓīf[13] ve Matthias Schramm'ın[14] kapsamlı ve mükemmel çalışmaları sayesinde öğrenmekteyiz.

Camera obscura'nın açık bir tarifini Schramm[15] *Kitāb el-Menāẓir*'de ışık ve renk teorisi çerçevesinde bulmaktadır. İbn el-Heys̱em burada «Camera obscura-etkisinin deneysel olarak gerçekleştirilmesi için özel tavsiyelerde bulunmaktadır. Kitabın tam anlamıyla bir Camera obscura'nın, yani gözlemcinin içinde bulunduğu karartılmış ve bir delik diyaframla donatılmış bir yerin tarifini veren bu bölüm Risner baskısının çevirmeni tarafından atlanmıştı, bu onun veya olası okurlarının deneysel yöne pek ilgili olmadıklarına bir işarettir.»

«İbn el-Heys̱em şöyle yazmakta: Bu durumun her zaman ve kolaylıkla sistematik olarak gözlemlenmesi mümkündür, bu da gözlemcinin karanlık bir gecede bir oda araması yoluyla olur. Oda iki kanatlı bir kapıya sahip olmalıdır. Gözlemci bir çok şamdan sağlamalı ve onları kapının karşısına ve ayrı halde takmalıdır. Bundan sonra gözlemci odanın içine girer ve kapıyı tekrar kapatır; ama kapının iki kanadını az bir miktar açarak arasında bir aralık bırakmalıdır. Ondan sonra, odanın kapının karşısında bulunan duvarını gözlemler. Yani gözlemci bu duvarda o şamdanların sayısı kadar birbirlerinden ayrılmış ışık görüntülerini bulacaktır ve bu da ışık görüntülerinin aralıktan içeri girmesiyle olur. Bu sırada onlardan her biri şamdanlardan belirli bir tanesinin karşısında bulunur. Eğer daha sonra gözlemci şamdanlardan her birinin söndürülmesi emrini verirse, her şamdanın karşısında bulunan ışık yok olur. Ve eğer diyafram tekrar kaldırılırsa o ışık geri gelir.

Eğer şimdi gözlemci kapının açık bulunan aralığı körletirse ve ondan geriye sadece küçük bir delik bırakırsa ve bu delik şamdanların karşısında bulunursa, böylece gözlemci odanın duvarında o şamdanların sayısı kadar birbirinden ayrı ışık görüntülerini tekrar bulur ve bu esnada onlardan her biri deliğin boyutuna bağlı olacaktır.»[16]

Buna ek olarak Schramm ayrıca şunu da kaydetmektedir: «İbn el-Heys̱em kendisi tarafından tanımlanan düzeneği *beyt muẓlim*, karanlık oda, olarak nitelendirmektedir. Burada Camera obscura teriminin türetildiği ifade önümüzde durmaktadır.»[17] Öyleyse artık, bilimler tarihi historiyografyasında 20. yüzyılın başına kadar hakim olan Camera obscura'nın Avrupalı bilginler tarafından bulunduğuna ilişkin tasavvurun artık savunulabilir olmadığı konusunda hiç bir kuşku olamaz. Bu bilginlerin İbn el-Heys̱em'in Camera obscura tarifiyle tanışıklıkları sadece ve sadece *Kitāb el-Menāẓir*'in eksik ve muhtemelen 12. veya 13. yüz

[11] *Opticœ thesaurus Alhazeni*, Basel 1572.

[12] Wiedemann, E.: *Über die Erfindung der Camera obscura*, in: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 1910, s. 177-182, özellikle s. 177 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 443-448, özellikle s. 443 ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 207-212, özellikle s. 207); Würschmidt, Joseph: a.e., s. 468; Werner, O.: a.e., s. 110-111.

[13] *el-Ḥasan b. el-Heys̱em, Buḥūṯuhū ve-Kuşūfuhu el-Baṣariyye*, 2 Cilt, Kahire 1942-1943 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 35-36, Frankfurt 2001)

[14] *Ibn al-Hayṯhams Weg zur Physik*, Wiesbaden 1963.

[15] a.e., s. 210; bkz. *Kitāb el-Menāẓir*, Cilt 1, Kuweyt 1983, s. 170-171.

[16] Schramm tarafından parantez içinde verilmiş olan Arapça kavramlar burada terkedilmiştir.

[17] Schramm, M.: a.e., s. 211-212.

yılda ortaya çıkmış olan anonim Latince tercümesi[18] yoluyla gerçekleşmiş değildir. O bilginlerden herhangi birisi Camera obscura bilgisine Arap-İslam çevresinden gelen başka kaynaklar veya kişisel temaslar yoluyla erişmiş olabilir. İslam kültür dairesinde pek çok bilginin İbn el-Heyṯem'den sonra da optik problemlerle uğraşmış olduklarını düşünmeliyiz[19] ve optiğin İbn el-Heyṯem'in şarihi Kemāleddīn el-Fārisī'de erişmiş olduğu yüksek seviyeyi unutmamalıyız[20].

Sadece bu durumda değil, Arapça, Farsça ve Türkçe kitapların çok geniş bir yayılma bulmamış çevirilerinin veya içeriklerinin de tamamen veya kısmen herhangi bir bilginin o dili bilen bir kimsenin aracılığıyla malumu olduğu, böylece bu tür kitapların bireysel kullanımları da ayrıca hesaba katılmalıdır. Bu satırların yazarı Arap-İslam bilimlerinin Avrupa'da resepsiyonu süreciyle uğraşısı sırasında şu izlenimi kazanmıştır: Pek çok önemli kitap veya haritalar, ayrıca teknik ve bilimsel cihazlar ve aletler Arap-İslam dünyasından bu şekilde kişisel temaslar yoluyla İtalya'ya, özellikle de İstanbul'un fethinden önce ve sonra din bilginlerinin gayretli ve belirli bir amaca yönelik aracılıklarıyla ulaşmıştır. Bu bağlamda ilginç olan, Leonardo da Vinci'nin İbn el-Heyṯem'in *Kitāb el-Menāẓir*'ini Latince tercümesinin Risner (1572)'in baskısında erişilebilir olmasından hayli zaman önce kullanmış görünmesidir. İtalyan bilgin Enrico Narducci[21] Leonardo'nun İbn el-Heyṯem'in eserinin daha o zaman mevcut olan İtalyanca bir çevirisini kullanmış olması gerektiğini ispatlamıştır. Leonardo fiziği araştırmacısı Otto Werner[22] bu görüşü şöyle tamamlamaktadır: «Leonardo'nun Alhazen problemi diye adlandırılan küresel, silindirik ve konik aynalarda yansıma noktasını bulma problemini dile getirip çözüm bulmaya çabalamış olduğundan, ayrıca, daha önce söylendiği gibi o, yıldızlar hakkında, özellikle Merkür ve Venüs, İbn el-Heyṯem gibi aynı bilgileri vermiş olduğundan, büyük bir ihtimalle, Leonardo'nun İbn el-Heyṯem'i tanıdığı ve kullandığı sonucu çıkarılabilir.»

Otto Werner[23] bundan başka, Leonardo'nun İbn el-Heyṯem'in şarihi olan Kemāleddīn el-Fārisī'nin optiğini de bildiğine ilişkin belirtiler bulmuştur. Aydınlatılmış nesneden gelen bir resmin aksi bağlamında şöyle demektedir: «Codex Atlanticus'daki, fol. 238r-b, bir resmin Kemāleddīn el-Fārisī'nin resmine nasıl da tam tamına bağlı olması hayret vericidir. Buna göre sanki onun eseri Avrupa'da biliniyormuş gibi görünmektedir. Bunun lehine, Theodosius Saxonicus ve Kemāleddīn el-Fārisī'nin gök kuşağı teoremleri arasındaki yakın ilişki de tanıklık etmektedir.» Bundan başka O. Werner tarafından Camera obscura sorunu bağlamında kazanılan kanaat de dikkate değerdir: «Buna göre, Müntz'ün görüşüne karşın Leonardo Camera obscura'yı sadece ilk aşamalarında değil, aynı zamanda gelişiminde de olduğu gibi almış ve kendine ait hiç birşey eklememiştir.»[24]

Modelimiz temel prensiplerin ve Camera obscura'nın sunum şeklinin aktarımına hizmet etmektedir, İbn el-Heyṯem ve Kemāleddīn el-Fārisī tarafından yapılan tariflerden anlaşıldığı kadarıyla. Modelin şekli, tarafımızdan kazanılan resmin materyal ifadesidir.

[18] Bkz. 11. dip not; Sarton, G.:*The tradition of the optics of Ibn al-Haitham*, in: Isis 29/1938/403-406 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 69-72).

[19] Wiedemann, E.: *Arabische Studien über den Regenbogen*, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 4/1913/453-460 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 2, s. 745-752 ve Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 165-172).

[20] Würschmidt, Joseph: *Dietrich von Freiberg*, a.y., s. 2.

[21] *Intorno ad una traduzione italiana fatta nel secolo decimoquarto, del trattato d'ottica d'Alhazen…*, in: Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche (Roma) 4/1871/1-48, 137-139 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 1-51); Werner, O.: *Zur Physik Leonardo da Vincis*, a.y., s. 137.

[22] Werner, O.: a.e., s. 137.

[23] a.e., s. 111.

[24] a.e., s. 111.



Modelimiz:
Pirinç, beş parça, hareket edebilir bir biçimde birbirlerine perçinlenmiş.
Uzunluk: 26 cm.
(Envanter No: D 1.20)

«İbn el-Heysem Problemi»
(Problema Alhazeni)

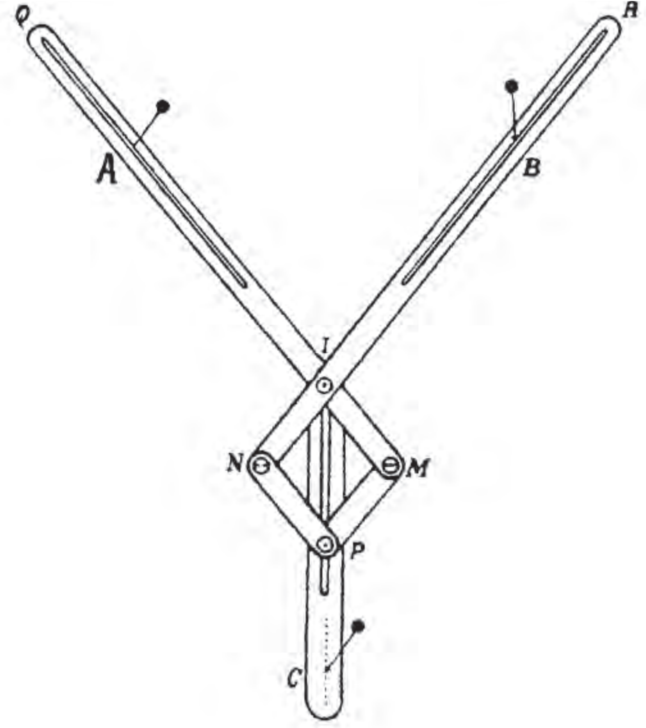
Meşhur optik-matematiksel «İbn el-Heysem Problemi»ne burada değinilmesinin sebebi Leonardo da Vinci (1452-1519)'nin bu problemin mekanik-grafiksel çözümü için bir araç imal etmiş olmasından kaynaklanmaktadır[1]. 1910 yılında Otto Werner[2] kendi izlenimini ortaya koymuştur: Leonardo İbn el-Heysem'in büyük optik kitabı *Kitāb el-Menāẓir*'e kaynakları arasında sahip olmuş görünüyor ve bu nedenle sferik, silindirik ve konik aynalarda refleksiyon noktasını bulma problemini tanımış ve çözümü için çaba göstermiştir. Werner'in tahminine göre Leonardo İbn el-Heysem'in kitabını İtalyanca bir çeviri halinde kullanmıştır (bkz. s. 186).

İbn el-Heysem'in kitabının 5. kısmında (*maḳāle*) ele alınan problemde söz konusu olan küresel, silindirik ve konik, dışbükey ve iç bükey aynalarda yansıma noktasını tespit etmektir, eğer her iki değer, yani «göz» ve «ışık saçan nokta» verilmiş

[1] *Leonardo da Vinci, Das Lebensbild eines Genies*, Wiesbaden und Berlin: Emil Vollmer 1955, s. 410.
[2] Werner, O.: *Zur Physik Leonardo da Vincis*, a.y., s. 137.

ise[3]. «Bu problem genel formunda analitik olarak dördüncü dereceden bir denkleme götürmektedir.»[4]

Avrupa'da bu problemi daha önce Vitello 1270 yılında optik hakkındaki kitabına almıştır. Onun konuyu ayrıntılı bir biçimde ele alışı İbn el-Heyṯem'in *Kitāb el-Menāẓir*'inin Latince çevirisinden «intihal edilmiş veya değişiklikler yaparak yeniden yazılmıştır.»[5] Leonardo da Vinci'den sonra problemle uğraşan kişi Isaac Barrow (1669)'dur. Bunu müteakiben René François de Sluse (1673), Christiaan Huyghens (1695), Guillaume François Antoine d'Hospital (1720), Robert Simson (18. yüzyılın 1. yarısı), Abraham Gotthelf Kæstner (1719-1800), Thomas Leybourn (1817) ve Charles Hutton (1737-1823) bu problemin çözümüne çaba harcamışlardır[6]. Kæstner «pratik hiçbir faydası olmayacağını düşündüğü hiperbol çizimi kullanmadan problemi çözmek» istemiştir[7]. Kæstner'den beş yıl sonra William Wales, yayınladığı bir çalışmada «İbn el-Heyṯem Problemi»ni, yüksek dereceli denklemlerin trigonometrik fonksiyonlar kullanarak çözmeye yönelik bir metotta örnek olarak kullanmıştır.»[8]



Çizim, *Leonardo da Vinci, Das Lebensbild eines Genies*, a.y., s. 410.



[3] Kemāleddīn el-Fārisī: *Tenḳīḥ el-Menāẓir*, a.y., Cilt 1, s. 497ff.; Muṣṭafā Naẓīf Beg: *el-Ḥasan b. el-Heyṯem*, a.y., s. 551ff.; Bode, Paul: *Die Alhazensche Spiegel-Aufgabe in ihrer historischen Entwicklung nebst einer analytischen Lösung des verallgemeinerten Problems*, in: Jahresbericht des Physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main 1891-02 (1893), s. 63-107 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 57, Frankfurt 1998, s. 66-110).

[4] Schramm, M.: *Ibn al-Haythams Stellung*, a.y., s. 20a.

[5] Bode, Paul: *Die Alhazensche Spiegel-Aufgabe*, a.y., s. 77-78 (Tekrarbasım: s. 80-81).

[6] Baker, Marcus: *Alhazen's Problem. Its Bibliography and an Extension of the Problem*, in: American Journal of Mathematics (Baltimore) 4/1881/327-331 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 57, Frankfurt 1998, s. 61-65); Schramm, M.: *Ibn al-Haythams Stellung*, a.y., s. 20a.

[7] Bode, Paul: *Die Alhazensche Spiegel-Aufgabe*, a.y., s. 81 (Tekrarbasım: s. 84).

[8] a.e., s. 82 (Tekrarbasım: s. 85).

Bibliyografya

ve

Dizinler

BİBLİYOGRAFYA

[Ebū Naṣr İbn ᶜIrāḳ: *Risāle fī Maᶜrifet el-Ḳusīy el-Felekiyye Baᶜḍihā min Baᶜḍ bi-Ṭarīḳ Ġayr Ṭarīḳ Maᶜrifetihā bi-ş-Şekl el-Ḳaṭṭāᶜ ve-n-Nisbe el-Müᵓellefe*] *Rasáil Abí Naṣr ila'l-Bírúní by Abú Naṣr Manṣúr b. Ali b. 'Iráq (d. Circa 427 A.H.= 1036 A.D.). Based on the unique compendium of mathematical and astronomical treatises in the Oriental Public Library, Bankipore*, Haydarabad 1948 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 28).

Astronomical Instruments in Medieval Spain: their Influence in Europa, [catálogo de la exposición] Santa Cruz de la Palma, junio-julio 1985 [Catálogo ed. Santiago Saavedra], Madrid 1985.

el-Azraḳī: *Kitāb Aḫbār Mekke. Geschichte und Beschreibung der Stadt Mekka von ... el-Azrakí. Nach den Handschriften zu Berlin, Gotha, Leyden, Paris und Petersburg*, ed. Ferdinand Wüstenfeld, Leipzig 1858 (Tekrarbasım: Beyrut 1964).

Baker, Marcus: *Alhazen's Problem. Its Bibliography and an Extension of the Problem*, in: American Journal of Mathematics (Baltimore) 4/1881/327-331 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* Cilt 57, s. 61-65).

Balmer, Heinz: *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, Aarau 1956 (Veröffentlichung der Schweizer Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Cilt 20).

de Barros, João: *Ásia* [Lissabon 1552], ed. Hernani Cidade und Manuel Múrias, Lissabon 1946, Almanca tercüme: Emanuel Feust: *Die Asia des João de Barros in wortgetreuer Übertragung*, Nürnberg 1844 (Tekrarbasım: *The lslamic World in Foreign Travel Accounts* serisi Cilt 53).

Bedini, Silvio A.: *The Compartmented Cylindrical Clepsydra*, in: Technology and Culture (Chicago) 3/1962/115-141.

Bión, Nicholas: *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique*, Paris 1752.

el-Bīrūnī: *Kitāb Maḳālīd ᶜİlm el-Heyᵓe. La trigonometrie sphérique chez les Arabes de l'Est à la fin du Xᵉ siècle.* Edisyon ve çeviri Marie-Thérèse Debarnot. Dımeşk 1985.

el-Bīrūnī: *K. Taḥdīd Nihāyāt el-Emākin*, ed. Pavel G. Bulgakov ve İmām İbrāhīm Aḥmed, Kahire 1962 (Tekrarbasım: *Islamic Geography* serisi, Cilt 25), İngilizce tercüme: *The Determination of the Coordinates of Positions for the Correction of Distances between Cities. A Translation from the Arabic of al-Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd Nihāyāt al-Amākin Litaṣḥīḥ Masāfāt al-Masākin by Jamil Ali* Beirut 1967 (Tekrarbasım: *Islamic Geography* Cilt 26).

Bittner, Maximilian: *Die topographischen Capitel des indischen Seespiegels Moḥîṭ*. Tercüme M. Bittner. Wilhelm Tomaschek'in bir girişi ile birlikte, Wien 1897 (Tekrarbasım in: *Islamic Geography*, Cilt 16, s. 129-254).

Björnbo, Axel: *Thabits Werk über den Transversalensatz (liber de figura sectore)*. Mit Bemerkungen von Heinrich Suter. Herausgegeben… von H[ans] Bürger und K[arl] Kohl, Erlangen 1924 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 21, s. 215-311).

Bode, Paul: *Alhazensche Spiegel-Aufgabe in ihrer historischen Entwicklung nebst einer analytischen Lösung des verallgemeinerten Problems*, in: Jahresbericht des Physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main 1891-92 (1893), s. 63-107 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 57, s. 66-110).

von Braunmühl, Anton: *Nassîr Eddîn Tûsi und Regiomontan*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich-Leopoldisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher (Halle) 71/1897/31-69 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 50, s. 213-251).

von Braunmühl, Anton: *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, 2 cilt, Leipzig 1900.

Breusing, Arthur: *Zur Geschichte der Geographie. 1. Flavio Gioja und der Schifskompaß*, in: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 4/1869/31-51 (Tekrarbasım: Acta Cartographica, Amsterdam, 12/1971/14-34).

Brockelmann, Carl: *Geschichte der arabischen Litteratur,* Cilt 1, Weimar 1898; Cilt 2, Berlin 1902; Supplementbände 1-3, Leiden 1937-1942.

Çamorano [Zamorano], Rodrigo: *Compendio de la arte de navegar*, Sevilla 1581 (Tekrarbasım: Madrid 1973).

Cantor, Moritz: *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik,* 3. baskı, Cilt 1: *Von den ältesten Zeiten bis zum Jahre 1200 n. Chr.,* Cilt 2: *Von 1200-1668*. Leipzig 1907 (3. baskıdan Tekrarbasım: New York ve Stuttgart 1965).

Cardano, Geronimo: *De subtilitate libri XXI*, in: Hieronymus Cardanus. Opera omnia. 1663 Liyon baskısından tıpkıbasım yeni baskı, August Buck'un bir girişi ile, 3. Cilt, Stuttgart, Bad Cannstatt 1966.

Carra de Vaux, Bernard: *L'Almagest d'Abû'lwéfa Albûzdijâni*, in: Journal Asiatique (Paris), 8ᵉ sér., 19/1892/408-471 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 61, s. 12-75).

Carra de Vaux, Bernard: *Notice sur deux manuscrits arabes*, in: Journal Asiatique (Paris), 8ᵉ sér., 17/1891/287-322.

Casanova, Paul: *La montre du sultan Noûr ad dîn (554 de l'Hégire*

de Caus, Salomon: *Les raisons des forces mouvantes,*

avec diverses machines, tant utiles que plaisantes, aus quelles sont adjoints plusieurs desseings de grotes et fontaines, Francfort 1615.

Cavīş, Ḫalīl: bkz. Jaouiche, Khalil.

[el-Cezerī] İbn er-Rezzāz el-Cezerī Bedīᶜazzemān Ebū el-ᶜİzz İsmāᶜīl b. er-Rezzāz (yaklaşık 600/1200): *el-Cāmiᶜ beyne el-ᶜİlm ve el-ᶜAmel en-Nāfiᶜ fī Ṣınāᶜat el-Ḥiyel / Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts*. Arapça ve İngilizce önsöz Fuat Sezgin. Frankfurt am Main 2002 [Tıpkıbasım edisyon, yazma İstanbul Ayasofya 3606].

[el-Cezerī, *al-Cāmiᶜ beyn el-ᶜAmel ve el-ᶜİlm en-Nāfiᶜ fī Ṣināᶜat el-Ḥiyel*] Bedi üz-Zaman Ebû'l-Iz İsmail b. ar-Razzaz el Cezerî, *Olağanüstü mekanik araçların bilgisi hakkında kitap / The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices* [Tıpkıbasım edisyon, yazma İstanbul, Topkapı sarayı, III. Ahmet, No. 3472] Ankara: Kültür Bakanlığı 1990.

[el-Cezerī, *al-Cāmiᶜ beyn el-ᶜAmel ve el-ᶜİlm en-Nāfiᶜ fī Ṣināᶜat el-Ḥiyel] The Book of Knowledge Ingenious Mechanical Devices (Kitāb fī Maᶜrifat al-Ḥiyal al-Handasiyya) by Ibn al-Razzāz al-Jazarī,* çeviri ve dipnotlar Donald R. HilI, Dordrecht 1974.

Congreve, H.: *A Brief Notice on Some Contrivances Practiced by the Native Mariners of the Coromandal Coast in Navigation, Sailing, and Repairing their Vessels*, in: Gabriel Ferrand, Introduction à l'astronomie nautique arabe, Paris 1928 (Tekrarbasım: Frankfurt a.M. 1986).

Curtze, Maximilian: *Reliquiae Copernicanae*, in: Zeitschrift für Mathematik und Physik (Leipzig) 19/1874/76-82, 432-458.

Dizer, Muammer: *Astronomi hazineleri*, İstanbul 1986.

[Euklid] *Die Elemente von Euklid. Bücher I-XIII*. Yunanca'dan çeviren ve yayınlayan Clemens Thaer, Leipzig 1933-37 (Frankfurt a.M. 1997).

Farré, Eduard: *A Medieval Catalan Clepsydra and Carillon*, in: Antiquarian Horology (Ticehurst, East Sussex) 18/1989/371-380.

Feldhaus, Franz Maria: *Die Technik. Ein Lexikon der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und Naturvölker*. Wiesbaden 1914 (Tekrarbasım: München 1970).

Ferrand, Gabriel: *Introduction à l' astronomie nautique arabe*. Paris 1928 (Tekrarbasım: Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1986, B Serisi – *Geography* Cilt 4, ve kısmen in: *Islamic Geography* serisi Cilt 21, s. 112-237).

Fleischer, Heinrich Leberecht: *Über Ibn Loyón's Lehrgedicht vom spanisch-arabischen Land- und Gartenbau*, in: H.L. Fleischer, Kleinere Schriften, Cilt 3, Leipzig 1888, s. 187-198.

Fournier, Georges: *Hydrographie contenant la théorie et la practique des toutes les parties de la navigation*, Paris 1643.

Frank, Josef ve Wiedemann, E.: *Die Gebetszeiten im Islam*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 58/1925/1-32 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 92, s. 97-128).

García Gómez, Emilio: *Foco de antigua luz sobre la Alhambra desde un texto de Ibn al-Jaṭīb en 1362*, Madrid 1988.

el-Ḫāzinī, ᶜAbdurraḥmān: *İttiḫāẕ el-Ālāt er-Raṣadiyye*, Tıpkıbasım ed., yazma İstanbul Üniversitesi Kütüphanesi, A.Y. 314, in: *Manuscript of Arabic Mathematical and Astronomical Treatises*, ed. Fuat Sezgin, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2001, s. 114-166 (C serisi – 66).

Hellmann, Gustav: *Meteorologische Optik 1000-1836,* Berlin 1902 (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, No. 14).

Hennig, Richard: *Terræ incognitæ. Eine Zusammenstellung und kritische Bewertung der wichtigsten vorcolumbischen Entdeckungsreisen an Hand der darüber vorliegenden Originalberichte,* 4 cilt, Leiden 1944-1956.

Hill, Donald Routledge: *Arabic Water-Clocks*, Halep 1981.

Hill, Donald Routledge: *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices,* bkz. el-Cezerī.

Hill, Donald Routledge: *On the Construction of Water-Clocks. An Annotated Translation from Arabic Manuscripts of the Pseudo-Archimedes Treatise*, London 1976 (Occasional Paper – Turner&Devereux. No. 4).

Hogendijk, Jan P.: *Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon*, in: Archive for History of Exact Sciences (Berlin) 30/1984/197-330.

Horten, Max: *Avicennas Lehre vom Regenbogen nach seinem Werk al Schifâ. Mit Bemerkungen von E. Wiedemann*, in: Meteorologischen Zeitschrift (Braunschweig) 30/1913/533-544 (Tekrarbasım: Wiedemann, *Gesammelte Schriften* içerisinde Cilt 2, s. 733-744).

Hourani, George Fadlo: *Arab seafaring in the Indian Ocean in ancient and early medieval times*, Princeton 1951.

Ibel, Thomas: *Die Wage im Altertum und Mittelalter,* Erlangen 1908 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi içerisinde Cilt 45, s. 1-192).

İbn Faḍlallāh el-ᶜUmarī: *Mesālik el-Ebṣār fī Memālik el-Emṣār / Routes toward Insight into the Capital Empires*. Tıpkıbasım ed. Fuat Sezgin, 1-27. ciltler, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1988-1989 (C serisi – 46,1-27), *Indices*, 3 cilt, a.y. 2001 (C serisi – 46, 28-30).

[İbn el-Heys̱em] *Ibn al-Haytham (d. c. 432/1040): Kitāb fī Ḥall Şukūk Kitāb Uḳlīdis fīᵓl-Uṣūl ve-Şerḥ Meᶜānīhi / On the Resolutions of Doubts in Euclid's*

Elements and Interpretation of its Special Meanings, Tıpkıbasım edisyon Matthias Schramm, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1985 (C serisi – 11).

İbn el-Heyṯem: *Maḳāle fī Ḍavʾ el-Ḳamer*, ed. in: *Mecmūʿ er-Resāʾil li-l-Ḥasan İbn el-Heyṯem*, Haydarabad 1357/1939 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 75, 8. metin).

İbn el-Ḫaṭīb: *el-İḥāṭa fī Aḫbār Ġarnāṭa*, ed. Muḥammed ʿAbdullāh ʿİnān, 3 cilt, Kahire 1973-75.

İbn el-Ḫaṭīb: *Nufāḍat el-Cirāb fī ʿAlāḳat el-İġtirāb*, bölüm 3, ed. es-Saʿdiyye Fāġiye, Rabat 1989; İspanyolca tercüme bkz.

[İbn Muʿāẕ, *Kitāb Mechūlāt Ḳusī el-Kura*] *La trigonometría europea en el siglo XI. Estudio de la obra de Ibn Muʿāḏ, El Kitāb mayhūlāt* [edisyon, tıpkıbasım, İspanyolca çeviri ve şerh] Maria Victoria Villuendas, Barselona 1979.

İbn en-Nedīm: *Kitāb el-Fihrist,* ed. Gustav Flügel, Leipzig 1872.

[İbn er-Raḳḳām] *Rissāla fī ʿilm al-ẓilāl de Muḥammed Ibn al-Raḳḳām al-Andalusī*, edisyon, giriş ve şerh Joan Carandell, Barselona 1998.

[İbn Sīnā: *Kitāb eş-Şifāʾ*] *eş-Şifāʾ. eṭ-Ṭabīʿiyyāt 5: el-Meʿādin ve-l-Asār el-ʿUlviyye*, ed. İbrāhim Medkūr v.d., Kahire 1965.

Islamic Geography, Cilt 1-278, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1992-1998.

Islamic Mathematics and Astronomy, Cilt 1-112, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1997-2002.

The Islamic World in Foreign Travel Accounts, Cilt 1-79, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1994-1997.

Janin, Louis ve King, David A.: *Le cadran solaire de la mosquée d'Ibn Ṭūlūn au Caire*, in: Art and architecture research papers (London) 15/1979/331-357.

Janin, Louis: *Le cadran solaire de la mosquée Umayyade à Damas*, in: Centaurus (Kopenhagen) 16/1972/285-298.

Jaouiche, Khalil [=Cāvīş, Ḫalīl]: *Naẓariyyāt el-Mütevāziyāt fī el-Hendese el-İslāmiyye*, Tunis 1988.

Jaouiche, Khalil: *On the Fecundity of Mathematics from Omar Khayyam to G. Saccheri*, in: Diogenes (Oxford) 57/1967/83-100.

Jaouiche, Khalil: *La théorie des parallèles en pays d'Islam. Contribution à la préhistoire des géométries non-euclidiennes*, Paris 1986.

Juschkewitsch, Adolf P.: *Geschichte der Mathematik im Mittelalter,* Leipzig ve Basel 1964.

Juschkewitsch, Adolf P. ve Rosenfeld, Boris A.: *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter,* Berlin 1963.

Kennedy, Edward S. ve Ukashah, Walid: *The Chandelier Clock of Ibn Yūnis*, in: Isis (Washington) 69/1969/543-545.

King, David A.: *A Survey of the Scientific Manusripts in the Egyptian National Library*, Winona Lake (Indiana) 1986.

Kohl, Karl: *«Über das Licht des Mondes». Eine Untersuchung von Ibn al-Haitham*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 56-57/1924-25 (1926)/305-398 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 58, Frankfurt 1998, s. 135-228).

Kohl, K.:*Zur Geschichte der Dreiteilung des Winkels*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 54-55/1922-23/180-189 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 76, s. 151-160.

Kračkovskij, Ignatij: *Istoria arabskoi geografičeskoi literaturi*, Moskova 1957.

Kraus, Paul: *Jābir ibn Ḥayyān. Contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam*, Cilt 2, Kahire 1942-43 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 67-68).

Krause, Max: *Al-Biruni. Ein iranischer Forscher des Mittelalters*, in: Der Islam (Berlin) 26/1942/1-15.

Krebs, Engelbert: *Meister Dietrich (Theodoricus Teutonicus de Vriberg). Sein Leben, seine Werke, seine Wissenschaft*, Münster 1906. (Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, Cilt 5, Heft 5/6).

Küçükerman, Önder: *Maden Döküm Sanatı*, İstanbul 1994.

Kutta, Wilhelm Martin: *Zur Geschichte der Geometrie mit constanter Zirkelöffnung*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher (Halle) 71/1897/68-104 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 61, s. 235-270).

Landström, Björn: *Segelschiffe. Von den Papyrusbooten bis zu den Vollschiffen in Wort und Bild*, Gütersloh 1970).

Leonardo da Vinci, Das Lebensbild eines Genies. İtalyanca'dan Almanca'ya çeviri Kurt Karl Eberlein, Wiesbaden und Berlin 1955.

Libros del saber de astronomía del rey D. Alfonso X. de Castilla, compilados, anotados y comentados por Manuel Rico y Sinobas, Ciltler 1-5,1, Madrid 1863-1867 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 109-112).

Lippincott, Kristen: *The Story of Time*, London 1999.

Lorch, Richard: *Thābit ibn Qurra. On the Sector-Figure and Related Texts. Edited with Translation and Commentary*, Frankfurt 2001 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 108).

Luckey, Paul: *Beiträge zur Erforschung der arabischen*

Mathematik, in: Orientalia içerisinde (Rom) N.S. 17/1948/490-510 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi içerisinde Cilt 96, S. 46-66).

Luckey, Paul: *Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung*, in: Deutsche Mathematik (Leipzig) 5/1940/405-446 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi Cilt 77, Frankfurt 1998, s. 137-178).

Lübke, Anton: *Die Uhr. Von der Sonnenuhr zur Atomuhr*, Düsseldorf 1958.

Maddison, Francis – Scott, Bryan ve Kent, Alan: *An Early Medieval Water-Clock*, in: Antiquarian Horology (Ticehurst, East Sussex) 3/1962/348-353.

Manuscript of Arabic Mathematical and Astronomical Treatises, ed. Fuat Sezgin, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2001 (Series C-66).

[el-Marrākuşī: *Cāmiᶜ el-Mebādiᵓ ve-el-Ġāyāt fī ᶜİlm el-Mīḳāt*] el-Ḥasan ibn ᶜAlī (ᶜAlī ibn el-Ḥasan?) el-Marrākušī (7./13. yy.): *Jāmiᶜ al-mabādiʾᵓ wa ūl-ghāyāt fī ᶜilm al-mīqāt / Comprehensive Collection of Principles and Objectives in the Science of Timekeeping,* Tıpkıbasım-Edisyon Fuat Sezgin, 2 cilt, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1984 (Series C - 1, 1-2).

Miller, Konrad: *Mappae Arabicae,* 6 Cilt, Stuttgart 1926-1931 (Tekrarbasım: *Islamic Geography* serisi Cilt 240-241).

Minorsky, Vladimir: *Tamīm b. Baḥr's Journey to the Uyghurs*, in: Bulletin of School of Oriental and African Studies (London) 12/1947-48/275-305.

Miquel, André: *La géographie humaine du monde musulman jusqu'au milieu du 11ᵉ siècle*, Cilt 1: *Géographie et géographie humaine dans la littérature arabe*, Paris 1967.

Montucla, Jean-Étienne: *Histoire des mathématiques*, 2 Cilt, Paris 1758.

Naffah, Christiane: *Un cadran cylindrique ottoman du XVIIIème siècle*, in: Astrolabica (Paris) 5/1989/37-51.

Narducci, Enrico: *Intorno ad una traduzione italiana fatta nell'anno 1341 di una compilazione astronomica di Alfonso X re di Castiglia*, Roma 1865 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 98, s. 5-36).

Narducci, Enrico: *Intorno ad una traduzione italiana fatta nel secolo decimoquarto, del trattato d'ottica d'Alhazen, matematico del secolo undecimo, e ad altri lavori di questo scienziato*, in: Bullettione di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche (Roma) 4/1871/1-48, 137-139 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 1-51).

[Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī] *A collection of mathematical and astronomical treatises as revised by Naṣīraddīn eṭ-Ṭūsī*, 2 Cilt, Haydarabad 1840 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 48-49).

[Naṣīreddīn eṭ-Ṭūsī, *K. Eş-Şekl el-Ḳaṭṭāᶜ*] *Traité du Quadrilatère, attibué à Nassiruddin-El-Toussy*, ed. et traduit par Alexandre Pacha Carathéodory. İstanbul 1891 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 47).

Natural Sciences in Islam, Cilt 1-90, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2000-2003.

Naẓīf Beg, Muṣṭafā: *el-Ḥasan b. el-Heyṯem. Buḥūṯuhū ve-Kuşūfuhu l-Baṣariyye*, 2 Cilt, Kahire 1361/1942. (Tekrarbasım: *Natural Sciences in Islam* serisi Cilt 35-36).

La navegació en els velers de la carrera d'Amèrica [katalog], Barselona: Museu Marítim tarihsiz [1988].

Nordenskiöld, Adolf Erik.: *Periplus. An Essay on the Early History of Charts and Sailing-Directions*, Stockholm 1897.

en-Nuᶜaymī, ᶜAbdulḳādir b. Muḥammed: *ed-Dāris fī Taᵓrīḫ el-Medāris*, ed. Caᶜfer el-Ḥasanī, 2 Cilt, Dımeşk 1948-51.

Olearius, Adam: *Vermehrte newe Beschreibung der muscovitischen und persischen Reyse* … Schleszwig 1656 (Tekrarbasım: ed. Dieter Lohmeier, Tübingen 1971 ve *The lslamic World in Foreign Travel Accounts* serisi içerisinde*,* Cilt 3-4).

Osorius, Hieronymus [Osório, Jerónimo]: *De rebus Emmanuelis regis Lusitaniae invictissimi virtute et auspicio annis sex, ac viginti, domi forisque gestis, libri XII*, Köln 1574.

Paris, Pierre: *Voile latine? Voile arabe? Voile mystérieuse*, in: Hespéris 36/1949/69-96.

Picard, Christophe: *L'océan Atlantique musulman. De la conquête arabe à l'époque almohade,* Paris 1997.

Piri Reis and Turkish Mapmaking after Columbus. The Khalili Portolan Atlas by Svat Soucek, Londra 1996 (Studies in the Khalili Collection, vol. 2).

Price, Derek J. DeSolla: *Mechanical Water Clocks of the 14th Century in Fes, Morocco*, in: Proceedings of the 10th International Congress of the History of Sciences, Ithaca, 26 VIII - 2 IX 1962, Paris 1964 (ayrı basım 8 s.).

Price, Derek J. DeSolla: *On the Origin of Clockwork, Perpetual Motion Devices, and the Compass*, in: Contributions from the Museum of History and Technology, Wachington 1959, s. 82-112.

[Ptoleme, *Almagest*] *Ptolemäus, Handbuch der Astronomie*, Almanca tercüme Karl Manitius, 2 Cilt, Leipzig 1912-13 (Bibliotheca Scriptorum Græcorum et Romanorum Teubneriana), Neuausgabe Leipzig 1963.

Rashed, Roshdi: *La construction de l'heptagone régulier par Ibn-al-Haytham*, in: Journal for the History of Arabic Science (Halep) 3/1979/309-387.

Rashed, Roshdi: *Géométrie et dioptrique au Xe siècle. Ibn Sahl, al-Qūhī et Ibn al-Haytham*, Paris 1993.

Rashed, Roshdi: *Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī: Oeuvres*

mathématiques. Algèbre et géométrie au XII^e siècle, 2 Cilt, Paris 1986.

Reinaud, Joseph-Toussaint: *Géographie d' Aboulféda,* Cilt 1: *Introduction générale à la géographie des Orientaux,* Cilt 2: *Traduction du texte arabe et index général*. Paris 1848-1883 (Tekrarbasım: *lslamic Geography* serisi Cilt 277-278).

Risner, Friedrich: *Opticœ thesaurus Alhazeni*, Basel 1572 (Facs. Reprint ed. David C. Lindbergh, New York 1972).

Rose, Paul L.: *Renaissance Italian Methods of drawing the Ellipse and related Curves*, in: Physis (Firenze) 12/1970/371-404.

Samplonius, Yvonne: *Die Konstruktion des regelmäßigen Siebenecks nach Abu Sahl al-Qûhî Waiğan ibn Rustam*, in: Janus (Leiden) 50/1963/227-249.

Samsó, Julio: *Las ciencias de los antiquo en al-Andalus*, Madrid 1992.

Sarton, George: *The tradition of the optics of Ibn al-Haitham*, in: Isis (Brüksel) 29/1938/403-406 (Tekrarbasım: *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 69-72).

de Saussure, Léopold: *Commentaire des Instructions nautiques de Ibn Mājid et Sulayman al-Mahrī*, in: Gabriel Ferrand, *Introduction à l' astronomie nautique arabe*, Paris 1928, s. 129-175 (Tekrarbasım: *Islamic Geography* serisi Cilt 21, Frankfurt 1992, s. 191-237).

Schmidt, Fritz: *Geschichte der geodätischen Instrumente und Verfahren im Altertum und Mittelalter*, Erlangen 1929 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 89).

Schoy, Carl: *Abhandlung des al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haiṯam (Alhazen) über die Bestimmung der Richtung der Qibla*, in: Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft (Leipzig) 75/1921/242-253, (Tekrarbasım: *Islamic Geography* serisi Cilt 18, s. 155-166).

Schoy, Carl: *Abhandlung von el-Faḍl b. Ḥâtim en-Nayrîzî: Über die Richtung der Qibla*, in: Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-physikalische Klasse (München) 1922, s. 55-68, (Tekrarbasım: *Islamic Geography* serisi Cilt 18, Frankfurt 1992, s. 177-190).

Schoy, Carl: *Über den Gnomonschatten und die Schattentafeln der arabischen Astronomie. Ein Beitrag zur arabischen Trigonometrie nach unedierten arabischen Handschriften*, Hannover 1923 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 25, 187-215).

Schramm, Matthias: *Ibn al-Haythams Stellung in der Geschichte der Wissenschaften,* Fikrun wa Fann içerisinde (Hamburg) 6/1965/Ayrıbasım s. 2-22, arab. bölüm s. 85-65.

Schramm, Matthias: *Ibn al-Hayṯhams Weg zur Physik,* Wiesbaden 1963 (Boethius, Texte und Abhandlungen zur Geschichte der exakten Wissenschaften, 1).

Schramm, Matthias: *Steps towards the Idea of Function. A Comparison between Eastern and Western Science of the Midldle Ages*, in: History of Science (Cambridge) 4/1965/70-103.

Schramm, Matthias: *Verfahren arabischer Nautiker zur Messung von Distanzen im Indischen Ozean*, in: Zeitschrift für Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften (Frankfurt) 13/1999-2000/1-55.

Sédillot, Louis-Amélie und Jean-Jacques Séedillot: *Traité des instruments astronomiques des Arabes composé au treizième siècle par Abu l-Ḥasan ᶜAlī al-Marrākushī (VII/XIII s.) intitulé Jāmiᶜ al-mabādiʾ wa-lghāyāt*. Partiellement traduit par J.-J. Sédillot et publié par L.-A. Sédillot, 2 Cilt, Paris 1834-35 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 41).

Seemann, Hugo: *Die Instrumente der Sternwarte zu Marâgha nach den Mitteilungen von el-ᶜUrḍî*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät içerisinde (Erlangen) 60/1928/15-126 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 51, s. 81-192).

Sezgin, Fuat: *Geschichte des arabischen Schrifttums,* Cilt 10-12: *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland, ,* Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften Frankfurt 2000.

Sleeswky, André Wegener: *Archiemedisch. De Mijlenteller en de Waterklok*, in: Naturkundige Voordrachtem (s'Gravenhage) Nieuwe Reeks 67/1988-1989/15-31.

Smith, David E.: *Euclid, Omar Khayyâm and Saccheri*, in: Scripta Mathematica (New York) 2/1935/5-10.

Sprenger, Alois: *Die Post- und Reiserouten des Orients*, Leipzig 1864 (Tekrarbasım: Islamic Geography serisi Cilt 112)

Studies on Ibn Ǧubair (d. 1217). Collected and Reprinted, ed. Fuat Sezgin et al., Frankfurt 1994 (*Islamic Geography* serisi Cilt 173).

Studies on Ibrāhīm ibn Yaᶜqūb (2^nd half 10^th century) and on his account of Eastern Europe. Collected and Reprinted, ed. Fuat Sezgin et al., Frankfurt 1994 (*Islamic Geography* serisi Cilt 159).

Studies on the Travel Accounts of Ibn Faḍlān (1^st half 10^th cent.) and Abū Dulaf (1^st half 10^th cent.). Collected and Reprinted, ed. Fuat Sezgin et al., Frankfurt 1994 (*Islamic Geography* serisi Cilt 169).

Studies on the Travel Accounts of Sallām at-Tarǧumān (before 864), Hārūn b. Yaḥyā (fl. about 912) and as-Sindibād al-Baḥrī (fl. about 912). Collected and Reprinted, ed. Fuat Sezgin et al., Frankfurt 1994 (*Islamic Geography* serisi Cilt 166).

Suter, Heinrich: *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke,* Leipzig 1900 (Tekrarbasım:

Islamic Mathematics and Astronomy serisi içerisinde Cilt 82, s. 1-288).

Suter, Heinrich: *Über die Geometrie der Söhne des Mûsâ ben Schâkir,* Bibliotheca Mathematica içerisinde (Leipzig, Berlin) 3. Seri, 3/1902/259-272 (Tekrarbasım: Islamic Mathematics and Astronomy serisi içerisinde Cilt 76, s. 137-150).

Tannery, P.: *Eutocius et ses contemporains*, in: P. Tannery, *Mémoires schientifique*, Cilt 2, Paris 1912, s. 118-136.

Tekeli, Sevim: *16'ıncı asırda Osmanlılarda saat ve Takiyüddin'in «Mekanik saat konstrüksüyonuna dair en parlak yıldızlar» adlı eseri,* Ankara 1966.

Tekeli, Sevim: *Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sında aletler bahsi*, in: Belleten (Ankara) 25/1961/213-238.

Tomaschek, Wilhelm: *Die topographischen Capitel des indischen Seespiegels Moḥît*, bkz. Bittner, Max.

The Travels of Ibn Jubayr. Edited from a ms. In the University Library of Leyden by William Wright. Second Edition revised by M[ichael] J[an] de Goeje. Leiden, Londra 1907 (Tekrarbasım: *Natural Sciences in Islam* serisi Cilt 171).

Tropfke, Johannes: *Geschichte der Elementar-Mathematik,* Cilt 3. *Proportionen, Gleichungen*. 3. baskı Berlin ve Leipzig 1937.

Tropfke, Johannes: *Geschichte der Elementar-Mathematik,* Cilt 4. *Ebene Geometrie.* 2. baskı Berlin ve Leipzig 1923.

Tropfke, Johannes: *Geschichte der Elementar-Mathematik,* Cilt 5, I. *Ebene Trigonometrie. II. Sphärik und sphärische Trigonometrie.* 2. baskı Berlin ve Leipzig 1923.

Velho, Álvaro: *Roteiro da Primiera viagem de Vasco da Gama (1497-1499). Préfacio, notas e anexos por Abel Fontoura da Costa*. Lissabon 1940, 2. baskı 1960.

Wallis, John: *Opera mathematica*, Cilt 1-3, Oxford 1693-1699 (Tekrarbasım: Hildesheim 1972).

Wegener, Alfred: *Die astronomischen Werke Alfons X.*, in: Bibliotheca Mathematica (Leipzig), 3. seri 6/1905/129-185, özellikle s. 162-163 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 98, Frankfurt 1998, s. 57-113).

Die Welt als Uhr. Deutsche Uhren und Automaten 1550-1650, ed. Klaus Maurice ve Otto Mayr, München 1980.

Werner, Otto: *Zur Physik Leonardo da Vincis,* Doktora Erlangen 1910.

Wiedemann, Eilhard: *Arabische Studien über den Regenbogen*, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 4/1913/453-460 (Tekrarbasım in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften*, Cilt 2, s. 745-752 ve *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 165-172).

Wiedemann, Eilhard: *Astronomische Instrumente (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. XVIII.1)*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 41/1909/26-46 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 544- 564).

Wiedemann, Eilhard: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte,* ed. Wolfdietrich Fischer, Cilt 1-2, Hildesheim 1970.

Wiedemann, Eilhard unter Mitwirkung von Theodor W. Juynboll: *Avicennas Schrift über ein von ihm ersonnenes Beobachtungsinstrument*, in: Acta orientalia (Leiden) 5/1926/81-167 (Tekrarbasım: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Cilt 2, s. 1117-1203 ve in: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 92, s. 137-223).

Wiedemann, Eilhard: *Die Gebetszeiten im Islam*, bkz. Frank, Josef.

Wiedemann, Eilhard: *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschafts geschichte,* ed. Dorothea Girke ve Dieter Bischoff, 3 Cilt, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1984 (Seri B-1, 1-3).

Wiedemann, Eilhard: *Ibn al Schâṭir, ein arabischer Astronom aus dem 14. Jahrhundert*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen 60/1928/317-326 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Hildesheim 1970, Cilt 2, s. 729-738).

Wiedemann, Eilhard: *Theorie des Regenbogens von Ibn al Haiṯam (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. 38)*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 46/1914 (1915)/39-56 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 2, s. 69-86, ve in: *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 33, Frankfurt 2001, s. 219-236).

Wiedemann, Eilhard: *Über den Apparat zur Untersuchung und Brechung des Lichtes von Ibn al Haiṯam*, in: Annalen der Physik und Chemie (Leipzig) N.F. 21/1884/541-544 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 33-36 ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 33, Frankfurt 2001, s. 111-114).

Wiedemann, Eilhard: *Über das Sehen durch eine Kugel bei den Arabern*, in: Annalen der Physik und Chemie (Leipzig) N.F. 39/1890/565-576 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 47-58 ve *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 195-206).

Wiedemann, Eilhard: *Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach Ibn al Haiṯam und Kamâl al Dîn al Fârisî*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 42/1910/15-58 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 597-640, ve in: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 213-256).

Wiedemann, Eilhard: *Über die Erfindung der Camera obscura*, in: Verhandlungen der Deutschen

Physikalischen Gesellschaft (Braunschweig) 12,4/1910/177-182 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 443-448, özellikle s. 443 ve in: *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 207-212).

Wiedemann, Eilhard: *Über die Konstruktion der Ellipse*, in: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht 50/1919/177-181, özellikle s. 177 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 2, s. 9145-918).

Wiedemann, Eilhard ve Fritz Hauser: *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Aka-demie der Naturforscher in Halle 100/1915/1-272 (Tekrarbasım: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften,* içerisinde Cilt 3, s. 1211-1482 ve Natural Sciences in Islam serisi içerisinde Cilt 41, s. 21-292).

Wiedemann, Eilhard: *Über eine astronomische Schrift von el-Kindî (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften XXI.1)*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 42/1910/294-300 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 660-666).

Wiedemann, Eilhard: *Ueber geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern*, 1. *Ueber den Zirkel für den grossen* Kreis, 2. *Ueber eine Art von Transporteuren nach al Gazarî*, 3. *Ueber Zirkel zum Zeichen von Kegelschnitten*, *in*: Zeitschrift für Vermessungswesen (Stuttgart) 39/1910/585-592, 617-625 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 417-433).

Wiedemann, Eilhard ve Hauser, Fritz: *Uhr des Archimedes und zwei andere Vorrichtungen*. in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 103/1918/163-203. (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften* Frankfurt 1984, Cilt 3, s. 1629-1668).

Wiedemann, Eilhard ve Frank, Josef: *Vorrichtungen zur Teilung von Kreisen und Geraden usw. nach Bîrûnî*, in: Zeitschrift für Instrumentenkunde (Berlin) 41/1921/225-236 (Tekrarbasım: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 34, Frankfurt 1998, s. 233-244).

Wiedemann, Eilhard: *Zu Ibn al Haiṯams Optik*, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 3/1911-12/1-53, özellikle s. 29-30 (Tekrarbasım: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 541-593, özellikle s. 569-570 ve in: *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 33, Frankfurt 2001, s. 165-217).

Wiedemann, Eilhard: *Zur Geschichte der Brennspiegel*, in: Annalen der Physik (Leipzig) 39/1890/110-130, özellikle s. 119-120 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 59-79).

Wiedemann, Eilhard: *Zur Optik von Kamâl al Dîn*, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 3/1911-12/161-177 (Tekrarbasım in: *Gesammelte Schriften*, Cilt 1, s. 596-612 ve *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 263-279).

Wiedemann, Eilhard: *Zur Technik bei den Arabern (Beiträge zur Geschächte der Naturwissenschaften, 10)*, in: Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 36/1906/307-357 (Tekrarbasım in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Cilt 1, s. 272-322).

Woepcke, Franz: *L' algèbre d'Omar Alkhayyâmî,* Paris 1851 (Tekrarbasım in: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 45, s. 1-206).

Woepcke, Franz: *Études sur les mathématiques arabo-islamiques. Nachdruck von Schriften aus den Jahren 1842-1874*, ed. Fuat Sezgin, 2 Cilt, Frankfurt 1986 (Series B – *Mathematik* 2, 1-2).

Woepcke, Franz: *Trois traités arabes sur le compas parfait, publiés et traduits* par François Wœpcke, in: Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque impériale (Paris) 22/1874/1-175 (Tekrarbasım in: F. Woepcke: *Études sur les mathématiques arabo-islamiques. Nachdruck von Schriften aus den Jahren 1842-1874*, Frankfurt 1986, Cilt 2, s. 560-734 ve in: *Islamic Mathematics and Astronomy* serisi Cilt 66, Frankfurt 1998, s. 33-209).

Würschmidt, Joseph: *Dietrich von Freiberg: Über den Regenbogen und die durch Strahlen erzeugte Eindrücke*, Münster 1914.

Würschmidt, Joseph: *Über die Brennkugel*, in: Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen (Leipzig ve Berlin) 4/1911/98-113 (Tekrarbasım: Natural Sciences in Islam serisi, Cilt 34, Frankfurt 2001, s. 280-295).

Würschmidt, Joseph: *Zur Geschichte, Theorie und Praxis der Camera obscura*, in: Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (Leipzig ve Berlin) 46/1915/466-476 (Tekrarbasım: *Natural Sciences in Islam* serisi, Cilt 32, Frankfurt 2001, s. 20-30).

Yāḳūt el-Ḥamavī: *Irşād el-Arīb ilā Maᶜrifet el-Edīb*, ed. D.S. Margoliouth, 7 Cilt, Londra 1923-1931.

DİZİN

I. Şahıs Adları

A- ᶜA

B

C

I – İ

J

K – Ḳ

L

O – Ö – ᶜÖ

P

R

S – Ş – Ṣ – S̱

T – Ṭ

U – ᶜU

V

W

Y

Z



II. Kavramlar ve Yer Adları

A - ᶜA

B

C

D

E

I – İ – ᶜİ

K – Ḳ

T – Ṭ

U – Ü

V

W

Y

Z – Ẕ

III. Kitap Adları

A – ᶜA

B

C

D

E

F

G

H – Ḥ

I – ᶜİ

K – Ḳ

L

M

N

O

R

S – Ş – Ṣ

T – Ṭ

U – ᶜU – Ü

V

Z

